

Załącznik nr 3

AUTOREFERAT

Anna Urbisz

Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska  
Wydział Nauk Przyrodniczych  
Uniwersytet Śląski w Katowicach

Katowice 2022

**1. Imię i nazwisko:** Anna Urbisz (Fuchs)

**2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne**

**2011 – Doktor nauk biologicznych;**

Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski w Katowicach

Tytuł rozprawy doktorskiej: Struktura jajnika i przebieg oogenezy u wybranych przedstawicieli siodełkowców (Annelida, Clitellata)

Promotor: dr hab. Piotr Świątek

**2007 – Magister biologii, specjalność: Biologia ogólna i eksperymentalna;**

Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski w Katowicach

Tytuł pracy magisterskiej: Microsporidia infekujące niesporczaka *Isohypsibius granulifer* Thulin, 1928 (Tardigrada: Eutardigrada)

Promotor: prof. dr hab. Jerzy Klag

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

**2019 - nadal – adiunkt, pracownik badawczo-dydaktyczny;** Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Śląski w Katowicach

**2014 - 2019 – adiunkt, pracownik naukowo-dydaktyczny;** Katedra Histologii i Embriologii Zwierząt; Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski w Katowicach

**2010 - 2014 – asystent, pracownik naukowo-dydaktyczny;** Katedra Histologii i Embriologii Zwierząt; Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski w Katowicach

**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.).**

**a) Tytuł osiągnięcia naukowego: Organizacja i funkcjonowanie żeńskich zespołów komórek płciowych przedstawicieli skąposzczetów**

**b) Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:**

**A1:** Urbisz A.Z., Chajec Ł., Świątek P. (2015) The ovary of *Tubifex tubifex* (Clitellata, Naididae, Tubificinae) is composed of one, huge germ-line cyst that is enriched with cytoskeletal components. PLoS ONE 10(5):e0126173. doi: 10.1371/journal.pone.0126173

(artykuł A1 w załączniku nr 02)

IF<sub>2015</sub> = 3,057 / MNiSW<sub>2015</sub> = 40

*Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na:*

- *samodzielnym sformułowaniu koncepcji badawczej,*
  - *pozyskaniu materiału biologicznego do badań,*
  - *pobraniu i przygotowaniu materiału do badań, tj. sekcjonowaniu, utrwalaniu i przeprowadzaniu procedury przygotowania materiału, czyli zatopienia go w żywicy, w celu pozyskania skrawków mikroskopowych oraz utrwalaniu i przygotowaniu preparatów całościowych,*
  - *udziale w badaniach laboratoryjnych, tj. krojeniu skrawków półcienkich, wykonaniu znakowań fluorescencyjnych wykrywających m.in. elementy cytoszkieletu oraz dokonaniu analizy ilościowej komórek płciowych,*
  - *wykonaniu analiz jakościowych zespołów komórek płciowych w mikroskopie świetlnym (jasnego pola i fluorescencyjnym),*
  - *interpretacji i opracowaniu wyników, opracowaniu dokumentacji fotograficznej,*
  - *napisaniu i redagowaniu publikacji oraz jej rewizji po uwagach recenzentów.*
- Pełniłam rolę autora korespondencyjnego tej publikacji.*

**A2:** Urbisz A.Z., Chajec Ł., Brąszewska-Zalewska A., Kubrakiewicz J., Świątek P. (2017) Ovaries of the white worm (*Enchytraeus albidus*, Annelida, Clitellata) are composed of 16-celled meroistic germ-line cysts. *Developmental Biology* 426(1): 28-42. doi: 10.1016/j.ydbio.2017.04.009

(artykuł A2 w załączniku nr 02)

IF<sub>2017</sub> = 3,262 / MNiSW<sub>2017</sub> = 35

*Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na:*

- *samodzielnym sformułowaniu koncepcji badawczej,*
- *pozyskaniu i hodowli osobników *Enchytraeus albidus*,*
- *pobraniu i przygotowaniu materiału do badań, tj. sekcjonowaniu, utrwalaniu i przeprowadzaniu procedury przygotowania materiału, czyli zatopienia go w żywicy, w celu pozyskania skrawków mikroskopowych oraz utrwalaniu i przygotowaniu preparatów całościowych,*
- *udziale w badaniach laboratoryjnych, tj. krojeniu skrawków półciennych i ultracienkich, wykonaniu znakowań fluorescencyjnych wykrywających m.in. elementy cytoszkieletu w komórkach i w obrębie mostków, wykonaniu reakcji immunohistochemicznych wykrywających białko fosfotyrozynę oraz wykonaniu analizy ilościowej komórek płciowych z wykorzystaniem mikroskopii konfokalnej,*
- *wykonaniu reakcji TUNEL wykrywającej programowaną śmierć komórkową,*
- *przygotowaniu zawiesiny komórek do analizy ilościowej stopnia ploidalności komórek zespołów płciowych i komórek somatycznych,*
- *wykonaniu analiz jakościowych zespołów komórek płciowych w mikroskopie świetlnym (jasnego pola i fluorescencyjnym) oraz transmisyjnym mikroskopie elektronowym,*
- *interpretacji i opracowaniu wyników, opracowaniu dokumentacji fotograficznej,*
- *napisaniu i redagowaniu publikacji oraz jej rewizji po uwagach recenzentów.*

*Pełniłam rolę autora korespondencyjnego tej publikacji.*

**A3:** Urbisz A.Z., Chajec Ł., Ito M., Ito K. 2018. The ovary organization in the marine limnodriloidin *Thalassodrilides* cf. *briani* (Annelida: Clitellata: Naididae) resembles the ovary of freshwater tubificins. *Zoology* 128: 16-26. doi: 10.1016/j.zool.2018.05.004

(artykuł **A3** w załączniku nr 02)

IF<sub>2018</sub> = 1,779 / MNiSW<sub>2017</sub> = 35

*Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na:*

- *samodzielnym sformułowaniu koncepcji badawczej,*
- *sekcjonowaniu pozyskanych osobników,*
- *przygotowaniu materiału do badań, tj. utrwalaniu i przeprowadzaniu procedury przygotowania materiału, czyli zatopienia go w żywicy, w celu pozyskania skrawków mikroskopowych oraz utrwalaniu i przygotowaniu preparatów całościowych,*
- *udziale w badaniach laboratoryjnych, tj. krojeniu skrawków półcienkich i ultracienkich, wykonaniu znakowań fluorescencyjnych wykrywających m.in. elementy cytoszkieletu w komórkach i w obrębie mostków, wykonaniu reakcji histochemicznych wykrywających białkowe, lipidowe i polisacharydowe komponenty, wykrywanie białkowych markerów organizatora jąderkowego w komórkach płciowych,*
- *wykonaniu analiz jakościowych zespołów komórek płciowych w mikroskopie świetlnym (jasnego pola i fluorescencyjnym) oraz transmisyjnym mikroskopie elektronowym,*
- *przygotowaniu serii skrawków półcienkich i wykonaniu trójwymiarowej rekonstrukcji jajnika w oparciu o te skrawki,*
- *interpretacji i opracowaniu wyników, opracowaniu dokumentacji fotograficznej,*
- *napisaniu i redagowaniu publikacji oraz jej rewizji po uwagach recenzentów.*

*Pełniłam rolę autora korespondencyjnego tej publikacji.*

**A4:** Urbisz A.Z., Student S., Śliwińska M.A., Małota K., 2020. Morphology of mitochondria in syncytial annelid female germ-line cyst visualized by serial block face SEM. International Journal of Cell Biology, 7483467. doi: 10.1155/2020/7483467

(artykuł A4 w załączniku nr 02)

IF<sub>2020</sub> = - / MNiSW<sub>2021</sub> = 100

*Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na:*

- *samodzielnym sformułowaniu koncepcji badawczej,*
- *pozyskaniu i hodowli osobników Enchytraeus albidus,*
- *sekcjonowaniu osobników, pobraniu i przygotowaniu materiału do badań, tj. utrwalaniu i przeprowadzaniu procedury przygotowania materiału, czyli zatopienia go w żywicy, w celu pozyskania skrawków mikroskopowych oraz utrwalaniu i przygotowaniu preparatów całościowych,*
- *udziale w badaniach laboratoryjnych, tj. krojeniu skrawków półcienkich i ultracienkich, wykonaniu znakowań fluorescencyjnych wykrywających m.in. elementy cytoszkieletu w komórkach i w obrębie mostków,*
- *wykonaniu analiz jakościowych zespołów komórek płciowych w mikroskopie świetlnym (jasnego pola i fluorescencyjnym) oraz transmisyjnym mikroskopie elektronowym,*
- *przeprowadzaniu procedury przygotowania materiału do metody trójwymiarowej - seryjnego skrawania powierzchni bloczka (SBEM),*
- *interpretacji i opracowaniu wyników, opracowaniu dokumentacji fotograficznej,*
- *napisaniu i redagowaniu publikacji oraz jej rewizji po uwagach recenzentów.*

*Pełniłam rolę autora korespondencyjnego tej publikacji.*

**A5:** Urbisz A.Z., Martin P., Lagnika M., Chajec Ł., Świątek P., 2021. Microorganization of ovaries and oogenesis of *Haplotaxis* sp. (Clitellata: Haplotaxidae). Journal of Morphology 282(1): 98-114. doi: 10.1002/jmor.21285

(artykuł A5 w załączniku nr 02)

IF<sub>2021</sub> = 1,966 / MNiSW<sub>2021</sub> = 100

*Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na:*

- współudziale w sformułowaniu koncepcji badawczej i zaprojektowaniu badań,
  - sekcjonowaniu pozyskanych osobników,
  - przygotowaniu materiału do badań, tj. utrwalaniu i przeprowadzaniu procedury przygotowania materiału, czyli zatopienia go w żywicy, w celu pozyskania skrawków mikroskopowych,
  - współudziale w badaniach laboratoryjnych, tj. krojeniu skrawków półciennych i ultracienkich,
  - wykonaniu analiz jakościowych zespołów komórek płciowych i jajników w mikroskopie świetlnym jasnego pola i transmisyjnym mikroskopie elektronowym,
  - współudziale w wykonaniu trójwymiarowej rekonstrukcji jajnika na bazie seryjnych skrawków półciennych,
  - interpretacji i opracowaniu wyników, opracowaniu dokumentacji fotograficznej, wykonaniu tabeli i koncepcji schematu,
  - współudziale w pisaniu i redagowaniu publikacji oraz jej rewizji po uwagach recenzentów.
- Pełniłam rolę autora korespondencyjnego tej publikacji.*

**A6:** Urbisz A.Z., Chajec Ł., Małota K., Student S., Sawadro M.K., Śliwińska M.A., Świątek P., 2022. All for one – changes in mitochondrial morphology and activity during syncytial oogenesis. Biology of Reproduction 106(6): 1232-1253; doi: 10.1093/biolre/ioac035

(artykuł A6 w załączniku nr 02)

IF<sub>5-letni</sub> = 4,522 / MNiSW<sub>2021</sub> = 200

*Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na:*

- samodzielnym sformułowaniu koncepcji badawczej i zaprojektowaniu badań,
- hodowli osobników *Enchytraeus albidus*,

- *sekcjonowaniu osobników, pobraniu i przygotowaniu materiału do badań, tj. utrwalaniu i przeprowadzaniu procedury przygotowania materiału, czyli zatopienia go w żywicy, w celu pozyskania skrawków mikroskopowych oraz utrwalaniu i przygotowaniu preparatów całościowych,*
  - *przeprowadzeniu procedury przygotowania materiału do badań markerów stresu komórkowego i mechanizmów obrony komórkowej,*
  - *współudziale w badaniach laboratoryjnych, tj. krojeniu skrawków półcienkich i ultracienkich, wykonaniu znakowań fluorescencyjnych do analizy aktywności mitochondriów i znakowaniu mikrofilamentów,*
  - *wykonaniu analiz jakościowych zespołów komórek płciowych i jajników w mikroskopie świetlnym (jasnego pola i fluorescencyjnym) oraz transmisyjnym mikroskopie elektronowym,*
  - *współudziale w przeprowadzeniu badań markerów stresu komórkowego metodami kolorymetrycznymi i cytometrią przepływową,*
  - *opracowaniu dokumentacji zebranej z analizy ilościowej mitochondriów o zmienionym potencjale błonowym do statystycznej analizy, polegające na manualnej segmentacji wybranych obiektów w programie ImageJ,*
  - *przeprowadzeniu procedury przygotowania materiału do metody trójwymiarowej - seryjnego skrawania powierzchni bloczka (SBEM),*
  - *współudziale w wykonaniu trójwymiarowych rekonstrukcji zespołów komórek płciowych na bazie seryjnych skrawków ultracienkich w programach Microscopy Image Browser i Amira,*
  - *współudziale w interpretacji i opracowaniu wyników, opracowaniu dokumentacji fotograficznej, wykonaniu tabel i koncepcji schematów,*
  - *pisaniu i redagowaniu publikacji oraz współudziale w jej rewizji po uwagach recenzentów.*
- Pełniłam rolę autora korespondencyjnego tej publikacji.*

**c) Podsumowanie danych naukometrycznych** dotyczących osiągnięcia naukowego:

- Sumaryczny IF<sup>1</sup> publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego: **14,586**
- Sumaryczna liczba punktów MNiSW<sup>2</sup> publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego: **510**

<sup>1</sup> Wskaźniki Impact factor za lata 2015-2021 podano na podstawie danych z bazy Journal Citation Reports zgodnie z rokiem wydania. Dla publikacji za rok 2022 podano pięcioletni IF (5-year Impact Factor) wg Journal Citation Reports 2021.

<sup>2</sup> Punktację artykułów w czasopiśmie przygotowano na podstawie wykazów:



- za rok 2015 zgodnie z Załącznikiem do Komunikatu MNiSW z dnia 18 grudnia 2015 roku w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach.
- za lata 2016-2018 zgodnie z Ujednoliconym wykazem czasopism punktowanych opublikowanym 25 stycznia 2017 r.
- za lata 2019-2022 zgodnie z Wykazem czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych wraz z przypisaną liczbą punktów (Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r.).

#### **d) Omówienie celu naukowego w/w prac i osiągniętych wyników**

##### **Wprowadzenie**

Podstawę rozprawy habilitacyjnej stanowi cykl 6 oryginalnych prac badawczych opublikowanych w latach 2015-2022, które dostarczają nowej wiedzy na temat organizacji i funkcjonowania zespołów komórek płciowych w oogenezie skąposzczetów. Prace zostały zebrane w **załączniku nr 02** (zał\_02\_Publikacje\_stanowiące\_osiągnięcie\_naukowe), natomiast oświadczenia współautorów znajdują się w **załączniku nr 03** (zał\_03\_Oświadczenia\_współautorów\_publicacji\_stanowiących\_osiągnięcie\_naukowe).

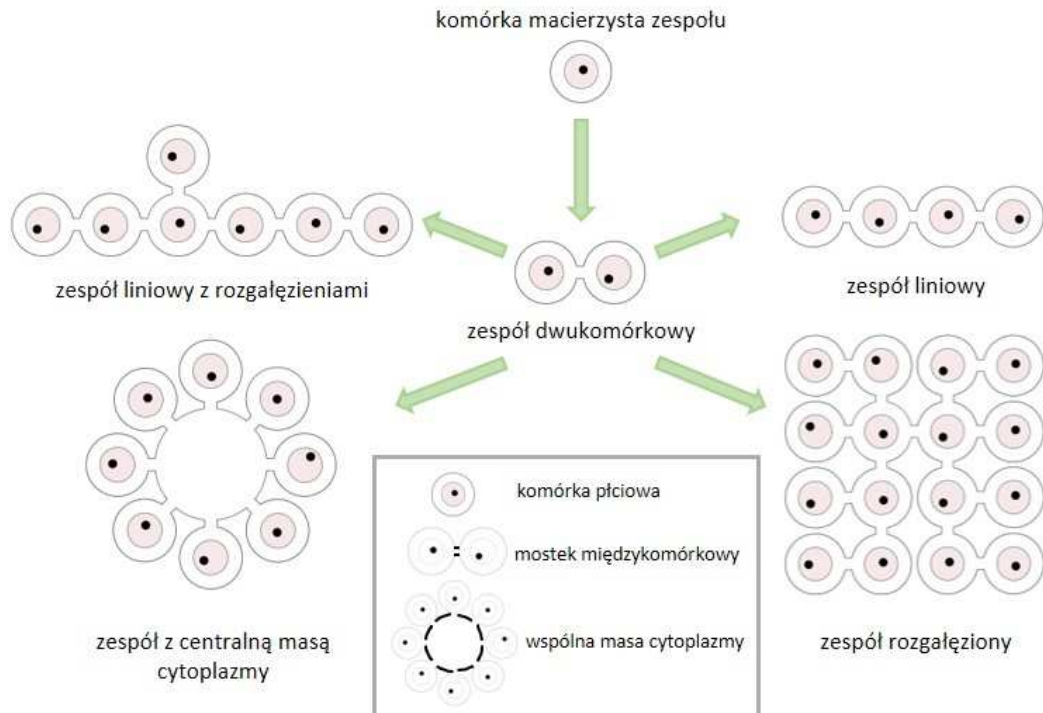
**Zespoły komórek płciowych** to grupy komórek linii płciowej powstających w czasie gametogenezy, zarówno spermatogenezy, jak i oogenezy. Budują je siostrzane komórki pochodzące z jednej komórki wyjściowej (spermatogonium lub oogonium), które w czasie kolejnych podziałów mitotycznych nie rozdzielają się całkowicie, lecz zostają połączone za pomocą kanałów cytoplazmatycznych, zwanych stabilnymi mostkami międzykomórkowymi lub kanałami pierścieniowymi. Stabilne mostki międzykomórkowe są zatem niezamkniętymi przez pewien czas pierścieniami zaciskowymi (strukturami rozdzielającymi komórki w czasie cytokinezy). Takie mostki stanowią relatywnie szerokie (od 0,2  $\mu\text{m}$  do nawet 20  $\mu\text{m}$  średnicy) kanały cytoplazmatyczne, przez które może zachodzić pomiędzy połączonymi komórkami przekazywanie i/lub wymiana cytoplazmy wraz z jej zawartością, czyli np. wymiana makrocząsteczek i organelli [1–3]. Mostki międzykomórkowe nie są trwałe, w związku z czym na określonym etapie gametogenezy (pod koniec procesu, bądź wcześniej, wraz z wejściem komórek płciowych w proces mejozy) cytokineza zostaje wznowiona, a mostki ulegają zamknięciu. Powoduje to, że syncytialny dotychczas zespół ulega rozpadowi, a komórki płciowe zyskują indywidualność.

**Formowanie się zespołów komórek płciowych** jest konserwatywną cechą gametogenezy wielu zwierząt kręgowych i bezkręgowych. Powstają one na początkowych

etapach oogenezy i spermatogenezy i mogą pełnić różnorodne funkcje – inne dla zespołów obserwowanych w czasie spermatogenezy (np. synchronizacja podziałów mitotycznych, kontrola mejozy, równomierna dystrybucja produktów genowych pomiędzy haploidalnymi spermatydami), a inne dla tych występujących w czasie oogenezy (np. ukierunkowany transport organelli komórkowych, białek i różnych klas RNA w kierunku wzrastających oocytów, synchronizacja podziałów mitotycznych, kontrola mejozy, determinacja oocytu, czy regulacja degeneracji komórek płciowych) [4,5] (i artykuł BC1 w załączniku nr 04).

O ile formowanie i funkcjonowanie zespołów komórek płciowych w spermatogenezie jest powszechne, o tyle w oogenezie zależne jest od strategii powstawania przyszłych komórek jajowych. U niektórych zwierząt (np. pajęczaki, mięczaki, niektóre owady, a wśród pierścienic niektóre wieloszczety) zespoły komórek płciowych mogą w ogóle nie powstawać. U innych (niektóre owady, liczne kręgowce) nawet jeśli powstają, ulegają szybkiemu rozpadowi, a każda komórka płciowa jest potencjalnym oocytem; w takim przypadku jajnik określa się jako **panoistyczny**. U wielu zwierząt zespoły powstają we wczesnej oogenezie (liczne owady, np. muszka owocowa, niektóre niesporczaki, część pierścienic) i trwają do czasu aż oocyt zaczyna gromadzić materiały zapasowe. Co więcej, w obrębie takich zespołów dochodzi do morfologicznego i funkcjonalnego zróżnicowania poszczególnych komórek płciowych na dwie kategorie: przechodzące mejozę **oocyty** i nie kontynuujące mejozy **komórki odżywcze**. W takim przypadku jajnik określany jest jako **meroistyczny**. W toku oogenezy, tylko oocyty kontynuują mejozę i przekształcają się w komórki jajowe, komórki odżywcze natomiast po przekazaniu cytoplazmy wraz z organellami (mitochondria, aparaty Golgiego, rybosomy, siateczka śródplazmatyczna) i makromolekułami (różne klasy RNP) zazwyczaj giną na drodze programowanej śmierci komórkowej (apoptozy) [1,4–6].

**Zespoły komórek płciowych to twory niezwykle plastyczne**, a ich różnorodność morfologiczna i funkcjonalna w świecie zwierząt jest zadziwiająca. Jedną z cech morfologicznych różniących zespoły jest ich organizacja przestrzenna (architektura), gdzie można wyróżnić cztery podstawowe typy architektoniczne (artykuł BC1 i BC2 w załączniku nr 04). Wśród wyróżnionych typów organizacji zespołów komórek płciowych znajdują się: zespoły liniowe, zespoły liniowe z rozgałęzieniami, zespoły rozgałęzione i zespoły z centralną masą cytoplazmy (artykuł BC1 w załączniku nr 04). Uproszczone schematy zespołów przedstawia Fig. 1.



**Fig. 1** Różnorodność organizacji przestrzennej zespołów komórek pćciowych w czasie gametogenezy zwierząt (Świątek i Urbisz 2021, zmienione).

W skrócie zespoły te można scharakteryzować w ten sposób, że zespoły liniowe, zespoły liniowe z rozgałęzieniami i zespoły rozgałęzione składają się z komórek, które są **bezpośrednio połączone ze sobą** mostkami międzykomórkowymi, natomiast w **zespołach z centralną masą cytoplazmy komórki nie są ze sobą w bezpośrednim kontakcie**, ze względu na to, że w centralnej jego części znajduje się wspólna bezządrowa masa cytoplazmy. To z nią, a nie z sąsiednią komórką każda komórka łączy się za pomocą mostka międzykomórkowego (zawsze tylko jednego). Żeńskie zespoły komórek pćciowych z centralną masą cytoplazmy (określaną np. jako cytofor) były opisywane u takich grup jak siodełkowce, szczenice, nicienie oraz roztocza [7] (i artykuł BC1 w załączniku nr 04). Warto jednak zauważyć, że zespoły komórek pćciowych nie tworzą w jajnikach prostych układów, lecz są zwykle przestrzennie mocno powyginane i poplątane. Dodatkowo, komórkom pćciowym towarzyszą zwykle komórki somatyczne, mogące otaczać zespoły lub nawet więcej – wnikać pomiędzy poszczególne komórki pćciowe. Powoduje to, że rzeczywisty układ przestrzenny zespołów mocno się komplikuje i jest niezwykle wymagający jeśli chodzi o analizę i poprawną interpretację. Stąd w starszej literaturze, istnienie zespołów często było pomijane, a jeśli już badacze je obserwowali to opisy te były zwykle bardzo ogólne, niekompletne, lub nawet sprzeczne [8,9].

Występowanie żeńskich zespołów komórek pćciowych w licznych grupach bezkręgowców i kręgowców, wspólny i konserwatywny mechanizm powstawania zespołów

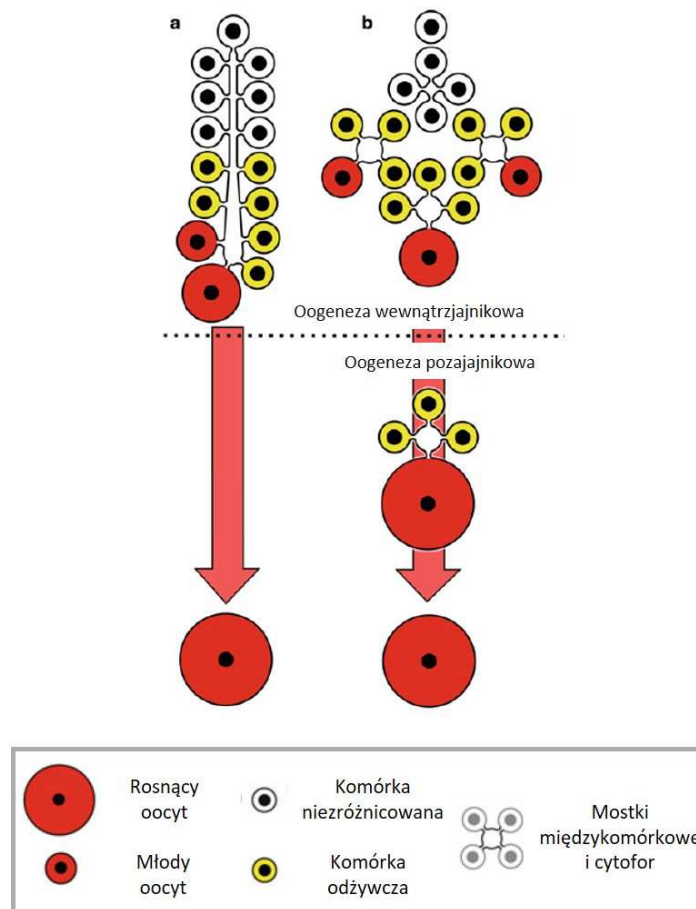
(zablokowane cytokinezy) i tworzenie się stabilnych mostków międzykomórkowych, skłania wielu naukowców do twierdzenia, że syncytialne zespoły powstały bardzo wcześnie w ewolucji zwierząt wielokomórkowych, a ich formowanie powinno być traktowane jako cecha pierwotna oogenezy (i szerzej – całej gametogenezy) [2,5,10,11]. Z drugiej strony szczegółowa wiedza na temat powstawania i funkcjonowania zespołów (w tym również mechanizmów molekularnych) ogranicza się do nielicznych gatunków, głównie modelowych, takich jak muszka owocowa *D. melanogaster* [11–14] i mysz domowa *Mus musculus* [3,15]. Mniej informacji można znaleźć u innych gatunków modelowych takich jak nicien *Caenorhabditis elegans* [16–18] czy żaba szponiasta *X. laevis* [19]. W przypadku pozostałych zwierząt wiedza na temat powstawania i funkcjonowania zespołów jest zwykle fragmentaryczna lub żadna.

Podobnie w obrębie należących do pierścienic siodełkowców (Clitellata: Annelida) niewiele było informacji na ten temat, co skłoniło mnie do podjęcia się tego zagadnienia. **Celem moich badań była szczegółowa analiza struktury i funkcjonowania żeńskich zespołów z centralną masą cytoplazmy** i zweryfikowanie na ile takie syncytialne twory są zbudowane i funkcjonują odmiennie, a na ile analogicznie do dobrze znanych układów modelowych. W mojej intencji badania te miały być odpowiedzią na pytania o uniwersalność funkcjonalną różnych typów zespołów w świecie zwierząt i rzeczywistą funkcję zespołów z centralną masą cytoplazmy w tworzeniu komórek jajowych. Ze względu na brak grup modelowych do takich badań w obrębie siodełkowców, do analiz wybrałam przedstawicieli niewielkich siodełkowców określanych jako „Microdrile” zaliczanych tradycyjnie do podgromady skąposzczetów (Oligochaeta: Clitellata: Annelida) [20]. Badane przeze mnie skąposzczety wybrałam ze względu na doniesienia literaturowe, np. [8,9] oraz moje wcześniejsze badania prowadzone w ramach pracy doktorskiej (tj. artykuł C1 w załączniku nr 04), wskazujące na skrajne różnice w zespołach tych skąposzczetów pod względem **liczby budujących je komórek płciowych** (kilkaset komórek vs. kilkanaście komórek; Fig. 2), co stanowiło niezwykle interesującą cechę, wartościową ze względów porównawczych.

Równoległe prowadzone badania nad innymi grupami siodełkowców oraz wcześniejsze badania nad pijawkami właściwymi wykazały natomiast, że poza różnicami w liczbie komórek płciowych budujących zespoły, również kształt i stopień wykształcenia cytoforu, czas funkcjonowania zespołu, czy etap oogenezy, na którym oocyt staje się indywidualną komórką, mogą się znacząco różnić (artykuł BC1 w załączniku nr 04). **Różnice te wpływają z kolei na to, w jaki sposób będzie zbudowana cała żeńska gonada – jajnik.** Dzięki tej plastyczności w organizacji zespołów i tym samym w budowie jajników, wyodrębniono kilka ich typów (Fig.

2) oraz zasugerowano, że dany typ jajnika jest konserwatywny ewolucyjnie (taki sam) na poziomie rodzin lub podrodzin siodełkowców (artykuł BC1 w załączniku nr 04). Dlatego też, w ramach prowadzonych przeze mnie badań nad zespołami, stanowiącymi prezentowane osiągnięcie naukowe, sprawdziłam, czy zauważona prawidłowość występuje również w obrębie badanych przeze mnie skąposzczetów.

Poza aspektem czysto poznawczym (analiza architektury i funkcjonowania zespołów), prowadzone przeze mnie badania **dostarczyły nowych danych, pomocnych w rozważaniach na temat zawiłych relacji filogenetycznych w obrębie skąposzczetów oraz dotyczących ewolucji jajnika tych pierścienic**. Użyteczność cech związanych z architekturą i funkcjonowaniem zespołów oraz budową jajników siodełkowców została niedawno testowana w pracy badającej stopień pokrewieństwa pijawek w oparciu o różne cechy, w tym cechy budowy jajnika i procesu oogenezy (artykuł B4 w załączniku nr 04). Daje to dobrą podstawę i uzasadnienie dla tego typu analiz. Poniżej zaprezentowano prace składające się na moje osiągnięcie naukowe.



**Fig. 2** Badane typy organizacji zespołów skąposzczetów.  
a) Typ „Tubifex”, b) Typ „Enchytraeus”  
(Świątek i Urbisz 2019, zmienione).

## Artykuł 1

**A1: Urbisz A.Z., Chajec Ł., Świątek P. (2015) The ovary of *Tubifex tubifex* (Clitellata, Naididae, Tubificinae) is composed of one, huge germ-line cyst that is enriched with cytoskeletal components. PLoS ONE 10(5):e0126173. doi: 10.1371/journal.pone.0126173**

W pierwszym artykule przeanalizowałam szczegóły organizacji zespołów komórek płciowych skąposzczeta zwanego rurecznikiem mułowym *Tubifex tubifex* (podrodzina: Tubificinae, rodzina: Naididae). Podstawą podjęcia tych badań były wcześniejsze analizy wykonane przeze mnie w ramach pracy doktorskiej (artykuł C1 w załączniku nr 04), w których wykazano obecność zespołów z centralną masą cytoplazmy w jajnikach trzech przedstawicieli podrodziny Tubificinae (w tym rurecznika mułowego). Pierwszy artykuł osiągnięcia naukowego miał odpowiedzieć na pytania: Z ilu zespołów składa się jeden jajnik? Ile komórek buduje jeden zespół? Jak wygląda szczegółowa architektura zespołu? Czy w strukturze zespołów biorą udział elementy cytoszkieletu?

Analizy zostały przeprowadzone w oparciu o metody mikroskopii świetlnej, w tym jasnego pola i fluorescencji oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej. Aby poznać organizację cytoszkieletu wykorzystałam również tzw. badania przyżyciowe, stosowane zwykle w hodowlach komórkowych, które zmodyfikowałam do celów moich badań. Analiza jajników w mikroskopie konfokalnym pozwoliła na oszacowanie liczby komórek budujących zespoły.

Badania wykazały, że **cały jajnik *T. tubifex* zbudowany jest z jednego, olbrzymiego, wielokomórkowego zespołu**. Liczba komórek budujących zespół, a tym samym cały jajnik, wynosi średnio 2 000. Warto zwrócić uwagę na fakt, że według mojej wiedzy, **jest to największa opisana do tej pory liczba komórek płciowych w zespole żeńskim w całym świecie zwierzęcym**. Zaskakujące było odkrycie, że taki **wielokomórkowy zespół jest spolaryzowany**, tzn. przez cały czas trwania oogenezy znajdują się w nim komórki przechodzące przez kolejne jej etapy, które są przesuwane z jego części apikalnej do bazalnej. Występuje zatem gradient rozwojowy komórek wzdłuż długiej osi zespołu i kolejne komórki takie jak oogonia, komórki rozpoczynające podziały mejotyczne, komórki różnicujące się na komórki odżywcze i młode oocyty oraz duże witelogeniczne oocyty rozmieszczone są w kolejnych strefach zespołu. Co ciekawe, w danym czasie rozwija się w obrębie zespołu kilka oocytów (maksymalnie obserwowano ich osiem), a każdy z nich wspierany jest w rozwoju przez setki komórek odżywczych. Interesującym okryciem był fakt, iż w centrum

wielokomórkowego zespołu, wzdłuż jego długiej osi, rozciąga się **cytofor w postaci rozgałęziających się drzewkowato pasm cytoplazmy**. W strefach z młodymi komórkami jest on cienki i niepozorny, w miejscu gdzie dojrzewają oocyty staje się niezwykle obszerny. W cytoforze obserwowano **grube pęki mikrofilamentów**, o tym samym rozgałęziającym się przebiegu co pasma cytoplazmy samego cytoforu, które docierają do poszczególnych komórek płciowych. W zespołach znajduje się także **bogata sieć mikrotubul**, w obrębie zarówno cytoforu jak i w komórkach płciowych. Mostki międzykomórkowe łączące każdą z komórek z cytoforem są od strony cytoplazmy opasane pierścieniem wzbogaconym w filamenty aktynowe. Uzyskanie niniejszych wyników pozwoliło na wysunięcie hipotezy o **zasadniczej roli cytoszkieletu aktynowego i mikrotubularnego w strukturalnym wzmocnieniu ogromnego zespołu i jego prawdopodobnego udziału w transporcie organelli i makrocząsteczek z komórek odżywczych, poprzez obszerny cytofor, w kierunku wzrastających oocytów**.

## Artykuł 2

**A2: Urbisz A.Z., Chajec Ł., Brąszewska-Zalewska A., Kubrakiewicz J., Świątek P. (2017) Ovaries of the white worm (*Enchytraeus albidus*, Annelida, Clitellata) are composed of 16-celled meroistic germ-line cysts. *Developmental Biology* 426(1): 28-42. doi: 10.1016/j.ydbio.2017.04.009**

Druga praca stanowi obszerną analizę zespołów komórek płciowych przedstawiciela skąposzczetów z rodziny Enchytraeidae, wazonkowca białego *Enchytraeus albidus*. Motywacją do podjęcia badań były sprzeczne dane literaturowe na temat organizacji jajników i ich funkcjonowania u wazonkowców. Jedne badania opisywały jajnik wazonkowca białego jako panoistyczny [9] z kolei inne jako meroistyczny [8]. Dodatkowo, podobnie jak w pierwszej pracy, głównym celem moich badań było poznanie organizacji i funkcjonowania zespołów komórek płciowych, a celami szczegółowymi było **zweryfikowanie wyżej wymienionych danych literaturowych, poznanie szczegółowej budowy zespołów na różnych etapach oogenezy, opis organizacji cytoszkieletu F-aktynowego i mikrotubularnego oraz zbadanie stopnia ploidalności komórek odżywczych i ich losów pod koniec oogenezy**.

W badaniach wykorzystano szereg metod takich jak mikroskopia świetlna jasnego pola, transmisyjna mikroskopia elektronowa, mikroskopia fluorescencyjna (badania przyżyciowe, metody immunocytochemiczne, badania apoptozy) oraz cytometria obrazowa.

Wyniki badań wykazały, że **jajniki *E. albidus* mają strukturę przypominającą kiść winogron** i składają się z wyraźnie oddzielonych jednostek – syncytialnych zespołów komórek płciowych, otoczonych cienką warstwą komórek somatycznych. Zespoły są niewielkimi strukturami. **Każdy składa się z 16 komórek płciowych. Taka liczba komórek jest z kolei najmniejszą, znaną do tej pory w pojedynczym żeńskim zespole skąposzczetów (jak i całych siodelkowców).** Przeprowadzone badania sugerują, iż **16-komórkowe zespoły powstają w wyniku czterech synchronicznych podziałów mitotycznych komórki gonialnej.** W takich niewielkich zespołach cytofor przyjmuje kulistą formę i znajduje się w centrum zespołu. Analizy cytoszkieletu wykazały, iż **mostki międzykomórkowe to szerokie kanały (do 5.5  $\mu\text{m}$  średnicy), w których błona komórkowa wzmocniona jest grubą warstwą F-aktyny i zawiera także białka wzbogacone w fosfotyrozynę.** Wzmocniona krawędź mostka nazywana jest obręczą mostka i w mikroskopie transmisyjnym widoczna jest jako pierścień elektronowo-gęstego materiału podścielający błonę komórkową. Ten sam skład molekularny mostków był wykazywany u organizmów modelowych co **wskazuje na uniwersalność ich budowy w świecie zwierząt.** Mikrotubule tworzą z kolei luźną sieć w cytoplazmie oocytów i komórek odżywczych. Co więcej, część z nich przechodzi poprzez mostki międzykomórkowe do cytoforu, co wskazuje na udział tych elementów cytoszkieletu jak i samego cytoforu w zachodzącym w czasie oogenezy transporcie cytoplazmy wraz z zawartością z komórek do cytoforu. Obecność licznych mikrotubul wykazano również w komórkach somatycznych. Badania potwierdziły, iż **jajnik *E. albidus* jest meroistyczny.** Podczas oogenezy los połączonych ze sobą komórek płciowych jest różny; tylko jedna komórka rozwija się w przyszłą komórkę jajową, podczas gdy pozostałe 15 staje się komórkami odżywczymi. **Opisany typ jajnika i organizacji zespołu został zaklasyfikowany jako typ „Enchytraeus” (Fig. 2).**

Interesującym zagadnieniem było określenie funkcji komórek odżywczych. Przeprowadzone analizy morfologiczne wykazały, że komórki odżywcze gromadzą organelle komórkowe i materiały zapasowe, które następnie są przekazywane przez mostki i cytofor w kierunku rosnącego oocytu. **Zmierzony poziom DNA komórek odżywczych wynosił 4C, co wskazuje, że nie ulegają one poliploidyacji i nie są tak wyspecjalizowane,** jak ma to miejsce w przypadku komórek odżywczych np. u *D. melanogaster*, gdzie przechodzą one 12 rund endoreplikacji, czy u motyli, gdzie zachodzi 16 rund endoreplikacji [5]. Co ciekawe, nie znaleziono morfologicznych ani molekularnych markerów apoptozy komórek odżywczych. W zamian tego wykazano, że pod koniec oogenezy, oocyt, który jest już obszerną komórką



wypełnioną materiałami zapasowymi otacza siostrzane komórki odżywcze i pochłania ich resztki.

### Artykuł 3

**A3: Urbisz A.Z., Chajec Ł., Ito M., Ito K. 2018. The ovary organization in the marine limnodriloidin *Thalassodrilides cf. briani* (Annelida: Clitellata: Naididae) resembles the ovary of freshwater tubificins. *Zoology*, 128: 16-26. doi: 10.1016/j.zool.2018.05.004**

Na fali wyników uzyskanych w trakcie badań zespołów *T. tubifex* pojawiło się pytanie czy dany wzór organizacji takich wielokomórkowych syncytialnych tworów jest cechą stałą (konserwatywną) w obrębie danej podrodziny bądź rodziny. Celem kolejnej pracy było zbadanie pod tym kątem przedstawiciela tej samej rodziny – Naididae, do której zalicza się *T. tubifex*. Dzięki nawiązanej współpracy z zespołem z Japonii (z National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research Agency, w Hiroshimie), który prowadzi podwodne hodowle gatunku *Thalassodrilides cf. briani* pozyskałam odpowiednią liczbę osobników do planowanych badań. Wybrany gatunek zaliczany jest do innej niż *T. tubifex* podrodziny – Limnodriloidinae i związany jest też ze środowiskiem morskim, w przeciwieństwie do słodkowodnego *T. tubifex*. Sprawdzenie czy habitat wpływa na organizację i funkcjonowanie jajników oraz zespołów było również jednym z celów przedstawionych badań.

W badaniach wykorzystałam metody możliwe do zastosowania na utrwalonych osobnikach, ze względu na brak „żywego” materiału. Poza metodami mikroskopii świetlnej (jasnego pola i fluorescencyjnej), transmisyjnej mikroskopii elektronowej i znakowań histochemicznych, wykonałam trójwymiarową rekonstrukcję jajnika *T. cf. briani* w celu poznania szczegółów organizacji zespołu i oszacowałam liczbę budujących go komórek.

Badania wykazały, iż **jajnik *T. cf. briani* ma podobną budowę do jajnika *T. tubifex*. Jest to drobna spolaryzowana struktura, z gradientem komórek płciowych występujących wzdłuż jej długiej osi. Cały jajnik buduje pojedynczy wielokomórkowy syncytialny zespół składający się z około 300 komórek płciowych. Wykazano również konserwatyzm w zakresie architektury zespołu – podobnie jak u innych siodełkowców, każda z komórek posiada jeden mostek międzykomórkowy, łączący ją z cytoforem. Wykazano również meroizm jajnika u *T. cf. briani* – wraz z postępem oogenezy komórki płciowe różnicują się na komórki odżywcze i oocyty, przy czym tylko jeden oocyt rośnie w danym czasie, wspierany w swoim rozwoju**

przez komórki odżywcze. Wielokomórkowe zespoły opisane u *T. cf. briani*, choć mniej liczne w komórki, wykazują taką samą organizację i podobnie funkcjonują jak wielokomórkowe syncytia u *T. tubifex*. Uzyskane dane pozwoliły na **potwierdzenie koncepcji siostrzanych relacji między Limnodriloidinae i Tubificinae**, jak sugerowano wcześniej w badaniach opartych na analizie sekwencji DNA i cechach morfologicznych [21–23]. Co więcej, zasiedlający morza i osady wód słonych *T. cf. briani* nie wykazał żadnych istotnych różnic w budowie jajników, zespołów komórek płciowych i oogenezie w porównaniu ze słodkowodnym *T. tubifex*. Pozwoliło to wykazać **konserwatywny charakter tych struktur niezależny od środowiska życia zwierząt**. Dla tak zorganizowanego jajnika będącego zarazem jednym zespołem komórkowym **zaproponowano nazwę „typ Tubifex”** (Fig. 2) ze względu na to, że został on opisany jako pierwszy u *T. tubifex* (w pracy A1 mojego osiągnięcia habilitacyjnego i C1 w zał. nr 04). Ten typ jajnika wydaje się być najbardziej rozpowszechniony wśród dotychczas zbadanych skąposzczetów z grupy tzw. „Microdrile” (co zostanie przedstawione w pkt. e II mojego Autoreferatu – Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych).

Przeprowadzone przeze mnie badania wydają się być użyteczne w kontekście potencjalnego wykorzystywania hodowli *T. cf. briani* w procesie bioremediacji zanieczyszczonych osadów morskich. Współautorzy niniejszej pracy, w swoich wcześniejszych pracach wykazali, że ten skąposzczet jest w stanie wydajnie przekształcać 1-nitronaftalen w substancje nietoksyczne, a także rozkładać znajdujące się w osadach wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne [24,25]. Dzięki poznaniu organizacji jajników i procesu formowania komórek jajowych, mamy podstawy do badań nad wpływem substancji toksycznych na reprodukcję tego gatunku oraz mechanizmów ochrony komórek jajowych i przyszłych zarodków. Wydaje się to być niezbędne do utrzymania hodowli tego bioremediatora w dobrym stanie.

#### Artykuł 4

**A4: Urbisz A.Z., Student S., Śliwińska M.A., and Małota K., 2020. Morphology of mitochondria in syncytial annelid female germ-line cysts visualized by serial block face SEM. International Journal of Cell Biology, 7483467. doi: 10.1155/2020/7483467**

Poznanie szczegółów organizacji i funkcjonowania małych 16-komórkowych zespołów *E. albidus* opisanych w Artykule A2, zrodziło **kolejne pytania na temat funkcjonowania syncytiów z centralną masą cytoplazmy, w porównaniu do inaczej zbudowanych, a dobrze**

**znanych zespołów komórkowych w organizmach modelowych**, takich jak *X. laevis*, *M. musculus* czy *D. melanogaster*. W niniejszej pracy skoncentrowałam się na mitochondriach – organellach komórkowych o olbrzymim znaczeniu w oogenezie zwierząt. Dla zrozumienia tematu mojego zainteresowania warto zwrócić uwagę na fakt, iż mitochondria są organellami wysoce dynamicznymi, a ich morfologia, organizacja w obrębie komórki oraz aktywność są zmienne. **Dynamika mitochondriów** to efekt dwóch przeciwstawnych procesów: fuzji – prowadzącej do łączenia się tych organelli w większe układy tzw. sieci mitochondrialne oraz fizji (podziale) – w wyniku którego następuje oddzielenie się pojedynczych mitochondriów z sieci. Morfologia mitochondriów zależy więc od równowagi pomiędzy tymi procesami. Funkcjonowanie mitochondriów i ich znaczenie dla prawidłowego przebiegu oogenezy, a następnie rozwoju przyszłego zarodka, są w ostatnich latach intensywnie badane. Dynamika mitochondriów ma wpływ na przekazywanie tych organelli potomstwu (a tym samym dziedziczenie mitochondrialnego DNA), umożliwia bowiem "ratowanie" uszkodzonych mitochondriów poprzez ich łączenie w sieci i rekompensowanie istniejących wad lub eliminację uszkodzonych mitochondriów (z nagromadzonymi mutacjami) przez ich oddzielenie i degradację na drodze mitofagii (będącej rodzajem programowanej śmierci komórkowej – autofagii).

Przedstawione w niniejszej pracy badania były finansowane z otrzymanego przeze mnie projektu na pojedyncze działania naukowe finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (typ: Miniatura-1; nr. 2017/01/X/NZ3/00736; tytuł projektu: Analiza dynamiki mitochondriów w żeńskich zespołach komórek płciowych siodełkowców (Annelida, Clitellata)) i miały **odpowiedzieć na następujące pytania: czy mitochondria tworzą sieci w obrębie pojedynczej komórki, czy raczej są to pojedyncze organelle? Jeśli sieci istnieją, czy rozciągają się one między komórkami poprzez mostki międzykomórkowe i cytofor? Czy dane mitochondria mogą nawiązać kontakt z mitochondriami w innych przedziałach zespołu (np. cytofor), czy raczej są izolowane? W pracy wykorzystano metodę trójwymiarowego obrazowania na poziomie mikroskopu elektronowego (SBEM) i wykonano rekonstrukcje 3D wybranych elementów 16-komórkowego zespołu, będącego na etapie zaawansowanej oogenezy, w czasie gdy jedna z komórek – oocyt rośnie i gromadzi m.in. organelle komórkowe, a 15 komórek odżywczych wspiera jego rozwój. Dzięki SBEM zbadano ultrastrukturę i rozmieszczenie mitochondriów, a w połączeniu z klasyczną mikroskopią świetlną i transmisyjną mikroskopią elektronową **wykazano polaryzację w obrębie komórek odżywczych, która przejawia się w formowaniu rozległych sieci mitochondrialnych,****

lokalizujących się w pobliżu jądra komórkowego na biegunie komórki przeciwnym do bieguna zawierającego mostek międzykomórkowy. Wykazano również duże skupiska mitochondriów w cytoforze. Mitochondria cytoforu i mostków międzykomórkowych łączyły się ze sobą, co wskazywało na to, że sieci mitochondrialne wydają się rozciągać na cały syncytialny zespół. Prowadzone obserwacje oraz obliczenia stopnia połączenia mitochondriów wykazały, że **mitochondria znajdują się w stanie tzw. dynamicznej hiperfuzji**. Syncytialny zespół może zatem wymieniać te organelle między poszczególnymi jego przedziałami (komórkami odżywczymi, oocytem, cytoforem), co wskazuje na występowanie funkcjonalnego syncytium mitochondrialnego. Dodatkowo wykazano ścisły związek sieci mitochondrialnych z tzw. materiałem nuage (specyficznym dla komórek płciowych) i organelami komórkowymi takimi jak aparat Golgiego i retikulum endoplazmatyczne. Pozwoliło to wskazać na **formowanie u *E. albidus* strukturalnego odpowiednika tzw. ciała Balbianiego**, czyli kompleksu organelli istotnego w prawidłowym tworzeniu oocytu i przyszłego zarodka, występującego u wielu innych zwierząt, a **nieopisanego dotychczas u skąposzczetów (również całych siodełkowców, a nawet u pierścienic)**.

## Artykuł 5

**A5: Urbisz A.Z., Martin P., Lagnika M., Chajec Ł., Świątek P., 2021. Microorganization of ovaries and oogenesis of *Haplotaxis* sp. (Clitellata: Haplotaxidae). Journal of Morphology 282(1): 98-114. doi: 10.1002/jmor.21285**

Celem tej pracy było zbadanie architektury zespołów u przedstawiciela taksonu Haplotaxidae. Grupa ta jest polifiletyczna, skupia gatunki o wciąż nieustalonej pozycji taksonomicznej, lecz badany przez nas *Haplotaxis* sp. włączany jest do tzw. Haplotaxidae *sensu stricto* – drapieźnych skąposzczetów z rodzaju *Haplotaxis*, łączonych zwykle z kladem obejmującym należące do skąposzczetów dżdżowniczki (Lumbriculidae), pijawczaki (Branchiobdellida) i pijawki właściwe (Hirudinea). **Grupa Haplotaxidae chociaż trudna do znalezienia i identyfikacji, była dla nas bardzo cenna**, a dzięki nawiązanej współpracy z Dr. Patrickiem Martinem (Royal Belgian Institute of Natural Sciences), przeanalizowaliśmy zarówno dojrzałe płciowo, jak i niedojrzałe osobniki *Haplotaxis* sp. odławiane w Afryce (Benin). Z wykorzystaniem technik mikroskopii świetlnej i transmisyjnej mikroskopii elektronowej, **zbadaliśmy organizację zespołów komórek płciowych i jajników w dwóch**

**różnych stanach funkcjonalnych: nieaktywnym (osobniki nie wykazujące oznak dojrzałości płciowej) oraz aktywnym, w którym były formowane komórki jajowe.**

Publikacja ta to pierwszy szczegółowy opis budowy jajników oraz syncytialnej oogenezy w tej grupie skąposzczetów. Wykazano, że już niedojrzałe jajniki składają się z syncytialnych zespołów. Zespoły takie są niezwykle małe, niefunkcjonalne, ale w pełni uformowane, tzn. zawierają w sobie młode komórki płciowe (oogonia i komórki wczesnomejotyczne), z których każda posiada jeden mostek międzykomórkowy. Mostki dochodzą do centralnej części zespołu, którą stanowi bardzo drobny cytofor, tzw. cytofor inicjalny. Występuje on w postaci wąskich pasemek cytoplazmy, które właściwie pozbawione są większości organelli komórkowych. Taka ultrastruktura cytoforu sugeruje, iż jest on nieaktywny, a co za tym idzie cały zespół nie funkcjonuje w pełni. Interesujące jest to, że nawet w takim nieaktywnym stanie, oogeneza się rozpoczęła i wszystkie komórki płciowe po etapie oogonii i podziałach mitotycznych rozpoczynają podziały mejotyczne (każda z takich komórek posiadała w jądrze komórkowym kompleksy synaptonemalne, które są charakterystyczne dla profazy I mejozy). Nasze obserwacje wskazują na to, że u niedojrzałych płciowo osobników *Haplotaxis* sp., gonady żeńskie nie prowadzą intensywnej oogenezy. W przypadku *Haplotaxis* sp. nawet taki niewielki jajnik jest stosunkowo bogaty w komórki, składa się z ponad 600 komórek płciowych.

Gdy osobnik staje się dojrzały płciowo, zespół rozrasta się, liczba komórek płciowych znacznie się zwiększa i komórki wchodzą na drogę różnicowania się w komórki odżywcze lub oocyty. Wykazaliśmy, że **zespół, jak i cały jajnik, staje się spolaryzowany** w taki sposób, że wszystkie komórki obecne już w niedojrzałych jajnikach znajdują się teraz na jednym końcu, natomiast komórki różnicujące się, będące na etapie zaawansowanej oogenezy (wzrastające oocyty i komórki odżywcze) tworzą drugi koniec jajnika. Całość to wciąż jeden wielokomórkowy syncytialny zespół, który funkcjonuje w taki sposób, że kiedy w tylnej części oocyty wzrastają (gromadząc organelle komórkowe i materiał zapasowy, częściowo dzięki transportowi z rozbudowanego w tej części cytoforu), w przedniej części wciąż namnażają się nowe komórki (oogonia). Wykazaliśmy również, że średnica mostków międzykomórkowych zwiększa się zgodnie z gradientem rozwojowym połączonych komórek, co usprawnia transport na linii komórki odżywcze – cytofor – oocyt.

**Typ jajnika badanego *Haplotaxis* sp., wynikający bezpośrednio z organizacji zespołu, został przez nas zaklasyfikowany jako typ „Tubifex”, gdyż pomimo zauważonych różnic, jego organizacja była tożsama z wielokomórkowymi syncytiami opisanymi**

**poprzednio w artykułach A1 i A3** mojego osiągnięcia naukowego i w pracy C1 (w załączniku nr 04). Badania przedstawione w niniejszej pracy dostarczają nowych cech, które mogą być przydatne do zrozumienia filogenetycznych relacji między skąposzczetami i ewolucji jajników. Do tej pory jajniki typu „Tubifex” znalezione w *Haplotaxis* sp. i kilku innych taksonach są najbardziej rozpowszechnionym i prawdopodobnie podstawowym typem jajnika dla skąposzczetów. Moje **obserwacje wspierają również koncepcje filogenetyczne o bliskim związku między Haplotaxidae sensu stricto a kładem składającym się z dżdżowniczek (Lumbriculidae), pijawczaków (Branchiobdellida) i pijawek właściwych (Hirudinea)**, ze względu na fakt, iż zarówno dżdżowniczki jak i pijawczaki posiadają jajniki typu „Tubifex” (Fig. 2 i 3).

Dodatkowym osiągnięciem tej pracy było **ujawnienie interesującej cechy właściwej dla *Haplotaxis* sp. a nieopisywanej wcześniej u przedstawicieli innych grup skąposzczetów – w bliskim kontakcie z jajnikami znajdowały się mocno rozbudowane gruczoły o nieznannej funkcji.** Aby dokładnie prześledzić wzajemne relacje jajnika i wspomnianego gruczołu wykonałam trójwymiarową rekonstrukcję tych dwóch struktur, na bazie seryjnych skrawków półcienkich. Na podstawie rekonstrukcji 3D oraz ultrastruktury i lokalizacji gruczołów zostały one zaklasyfikowane jako gruczoły kopulacyjne. Wykazaliśmy, iż gruczoły te są przymocowane do ściany ciała po stronie grzbietowej za pomocą przyczepów mięśniowych, a ich przewody wyprowadzające otwierają się po stronie brzusznej ciała przed szczeciami. Szczególnie nieaktywne jajniki były w bezpośrednim kontakcie z tkanką gruczołową, a nawet częściowo otoczone przez nią.

## Artykuł 6

**A6: Urbisz A.Z., Chajec Ł., Małota K., Student S., Sawadro M.K., Śliwińska M.A., Świątek P., 2022. All for one – changes in mitochondrial morphology and activity during syncytial oogenesis. *Biology of Reproduction* 106(6): 1232-1253; doi: 10.1093/biolre/ioac035**

Praca ta jest kontynuacją badań przedstawionych w artykule A4, a badania wchodzące w skład tej pracy częściowo były realizowane w ramach projektu na pojedyncze działania naukowe finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (typ: Miniatura-1; nr. 2017/01/X/NZ3/00736; tytuł projektu: Analiza dynamiki mitochondriów w żeńskich zespołach komórek płciowych siodełkowców (Annelida, Clitellata)). Prowadząc pierwsze badania nad

mitochondriami w syncytialnych zespołach z centralną masą cytoplazmy w oogenezie *E. albidus* stało się jasne, że analizy takie powinny być prowadzone bardziej przekrojowo. Niewielkie 16-komórkowe, kuliste zespoły *E. albidus*, choć wydawały się dogodnym obiektem do tego typu badań, miały jednak liczne ograniczenia wynikające z faktu, że *E. albidus* nie jest gatunkiem modelowym jak np. *D. melanogaster* i brak jest opracowanych metod molekularnych do jego analizy. Dodatkowo sama budowa zespołów tego wazonkowca (np. osłonka z komórek somatycznych uniemożliwiająca penetrację odczynników do komórek płciowych; brak reaktywności przy znakowaniu wieloma komercyjnymi odczynnikami np. przeciwciałami; stabilne mostki ściśle łączące komórki w jedną strukturę, bez możliwości ich rozdzielenia do poszczególnych komórek) znacznie utrudnia analizę. W związku z tym prowadzone badania wymagały wieloetapowego planowania, modyfikacji i wielu prób. Mimo tego, w niniejszej pracy **przedstawiono kompleksowe wyniki analiz poświęconych mitochondriom podczas tworzenia i funkcjonowania zespołów z centralną masą cytoplazmy, przy użyciu szerokiego zestawu metod, w tym mikroskopii świetlnej (jasnego pola i fluorescencyjnej), transmisyjnej mikroskopii elektronowej, trójwymiarowego obrazowania na poziomie mikroskopu elektronowego (SBEM), cytometrii przepływowej i kolorymetrii**. Pierwszym celem pracy była analiza dynamiki mitochondriów na podstawie ich ultrastruktury, łączenia się ze sobą oraz ich rozmieszczenia w obrębie zespołów. Analizy te obejmowały zespoły komórek płciowych będące we wczesnej oogenezie – w czasie podziałów komórek płciowych i tworzenia 16-komórkowego syncytium oraz później – w rosnących w takich zespołach oocytach. Analizy zespołów wykazały istnienie obszernych sieci mitochondrialnych. **Ponad 98% wszystkich mitochondriów było w różnym stopniu połączone w sieci, a najbardziej obszerna sieć zawierała w sobie ok 10 000 połączonych mitochondriów**. Obserwowano również pojedyncze mitochondria rozproszone pomiędzy sieciami, z których część ulegała degradacji. **Wskazuje to na eliminację uszkodzonych organelli z sieci**. Interesująca była również zauważona prawidłowość – jedna komórka w każdym z badanych zespołów wykazywała bardziej rozbudowaną sieć mitochondrialną, co naszym zdaniem, sugeruje, iż **ta komórka to pro-oocyt**, a bardziej rozbudowana sieć mitochondrialna w tej komórce niż w pozostałych jest wczesną oznaką dywersyfikacji tej komórki w kierunku stania się komórką jajową. Po oszacowaniu stopnia połączenia mitochondriów w sieci określiliśmy taką organizację mitochondriów jako **dynamiczną hiperfuzję**.

Drugim celem analiz było zbadanie poziomu aktywności mitochondriów. Sprawdziliśmy, czy stopień połączenia mitochondriów przekłada się na ich aktywność, czyli czy większa sieć oznacza, iż mitochondria aktywniej produkują ATP. Wyniki badań z wykorzystaniem JC-1, fluorescencyjnego markera potencjału błonowego mitochondriów, nie potwierdziły tej hipotezy. Bardziej prawdopodobne wydaje się natomiast, że **sieci mitochondrialne mogą poprawiać przepływ energii w całym syncytium, co z kolei usprawnia proces oogenezy**. Analiza uzyskanych wyników potwierdziła więc tezę, że **sieci mitochondrialne są skutecznym sposobem optymalizacji produkcji ATP i transferu do miejsc zapotrzebowania** (na linii komórki odżywcze – cytofor – oocyt).

Dodatkowo mitochondria w zespołach komórkowych, niezależnie od badanego etapu, były zawsze mniej aktywne niż w komórkach somatycznych. W obrębie zaś linii płciowej mitochondria komórek odżywczych i cytoforu były bardziej aktywne niż te we wzrastających oocytach. Mniejsza aktywność wiąże się z mniejszą ilością reaktywnych form tlenu i mniejszą liczbą uszkodzeń mitochondriów. Wskazuje to zatem na występujący u badanego gatunku **mechanizm ochrony mitochondriów linii płciowej** przed uszkodzeniami spowodowanymi skutkami ubocznymi związanymi z ich wysoką aktywnością.

W związku z doniesieniami sugerującymi, iż hiperfuzja może odgrywać ochronną rolę we wczesnych stadiach stresu komórkowego, odkrycie obszernej sieci mitochondrialnych u *E. albidus* skłoniło nas do sprawdzenia, czy i w tym przypadku hiperfuzja może być związana ze stresem komórkowym. Trzecim celem pracy było więc przeanalizowanie stresu oksydacyjnego i zdolności antyoksydacyjnych w zespołach komórek płciowych i dojrzałych komórkach jajowych/oocytach w porównaniu z tkanką somatyczną. Nasze badania wykazały, że **systemy ochrony antyoksydacyjnej w zespołach komórek płciowych i oocytach *E. albidus*, wraz z rozbudowanymi sieciami mitochondrialnymi, stanowią skuteczny mechanizm chroniący mitochondria przed uszkodzeniem**. Natomiast eliminacja uszkodzonych organelli poprzez autofagię odgrywa rolę pomocniczą.



## Podsumowanie

Zaprezentowane jako osiągnięcie naukowe prace stanowią istotny wkład w poznanie organizacji zespołów komórek płciowych w oogenezie skąposzczetów. W pracach tych opisałam zespoły czterech gatunków zaliczanych do różnych grup skąposzczetów, zamieszkujących różnorodne środowiska. Szczegółowo opisałam organizację i funkcjonowanie takich syncytialnych zespołów, wykazując i potwierdzając że:

1. Zespoły komórek płciowych skąposzczetów *T. tubifex*, *T. cf. briani* i *Haplotaxis* sp. to wielokomórkowe syncytia z obszernym rozgałęzionym cytoforem w centrum i licznymi komórkami na jego obwodzie. Jeden zespół buduje cały jajnik. Zespół/jajnik wykazuje polaryzację i meroizm, posiada komórki płciowe będące na kolejnych etapach oogenezy zlokalizowane wzdłuż jego długiej osi, przy czym największą część jajnika zajmują komórki o zróżnicowanych już losach rozwojowych: oocyty rozwijające się w przyszłe komórki jajowe i wspierające je komórki odżywcze.
2. Jajnik *E. albidus* jest meroistyczny. Buduje go kilkanaście 16-komórkowych kulistych syncytiów, znajdujących się na kolejnych etapach oogenezy. W pełni funkcjonalnym zespole jest zawsze 15 komórek odżywczych i jeden oocyt.
3. Zespoły opisane u *T. cf. briani* wykazują taką samą organizację i funkcjonują podobnie do zespołów w jajnikach *T. tubifex*. Razem zalicza się je do typu „Tubifex”, co potwierdza siostrzane relacje między Limnodriloidinae i Tubificinae.
4. Obserwacje jajników i budowy syncytialnych zespołów wskazują na bliski związek między Haplotaxidae *sensu stricto*, a kladem składającym się z Lumbriculidae+Branchiobdellida+Hirudinida.
5. Wzór organizacji zespołu komórek płciowych (komórki posiadające jeden mostek każda, łączący je z centralnym cytoforem) jest cechą konserwatywną u badanych skąposzczetów niezależną od taksonu i środowiska życia zwierząt.
6. Oogeneza rozpoczyna się bardzo wcześnie, jeszcze u osobników niedojrzałych płciowo (*T. cf. briani*). Początkowe etapy oogenezy zachodzą synchronicznie. Na przykład cztery synchroniczne podziały mitotyczne prowadzą do powstania najmniejszych znanych 16-komórkowych zespołów (u *E. albidus*). Wszystkie komórki rozpoczynają mejozę, po czym większość komórek wycofuje się z niej, stając się komórkami

odżywczy. Nieliczne (w przypadku *E. albidus* jedna) kontynuują mejozę i funkcjonują jako oocyty.

7. Wszystkie badane jajniki wykazują meroizm, lecz komórki odżywcze nie są mocno wyspecjalizowane (wykazano brak poliploidyzacji w przypadku *E. albidus*). Pod koniec oogenezy są eliminowane z jajnika, a ich pozostałości mogą być pochłaniane przez wzrastający oocyt.
8. W syncytialnych zespołach znajduje się bogaty cytoszkielet, w postaci sieci mikrotubul w komórkach płciowych i cytoforze, pęków mikrotubul przechodzących przez mostki międzykomórkowe oraz mikrofilamentów tworzących wewnętrzne pierścienie mostków międzykomórkowych, a w przypadku wielokomórkowych syncytiów *T. tubifex* również grube pasma rozgałęziające się w obszernym cytoforze. Wskazuje to na udział cytoszkieletu w stabilizacji mechanicznej zespołów i transporcie zachodzącym poprzez mostki międzykomórkowe i za pośrednictwem cytoforu.
9. Aktyna opisana w mostkach międzykomórkowych badanych skąposzczetów i dodatkowo fosfotyrozyna znaleziona u *E. albidus* wskazuje na uniwersalność i konserwatywność w budowie stabilnych mostków międzykomórkowych w świecie zwierząt.
10. W zespołach z centralną masą cytoplazmy znajdują się obszerne sieci mitochondrialne. Mitochondria funkcjonują w stanie dynamicznej hiperfuzji. Syncytialny zespół może wymieniać mitochondria między poszczególnymi przedziałami, co wskazuje na występowanie również funkcjonalnego mitochondrialnego syncytium.
11. Sieci mitochondrialne są skutecznym sposobem optymalizacji produkcji ATP i jego transferu do miejsc zapotrzebowania.
12. Systemy ochrony antyoksydacyjnej wraz z rozbudowanymi sieciami mitochondrialnymi oraz mniejszą aktywnością mitochondriów linii płciowej w porównaniu do linii somatycznej, stanowią skuteczny mechanizm chroniący mitochondria linii płciowej przed uszkodzeniem.

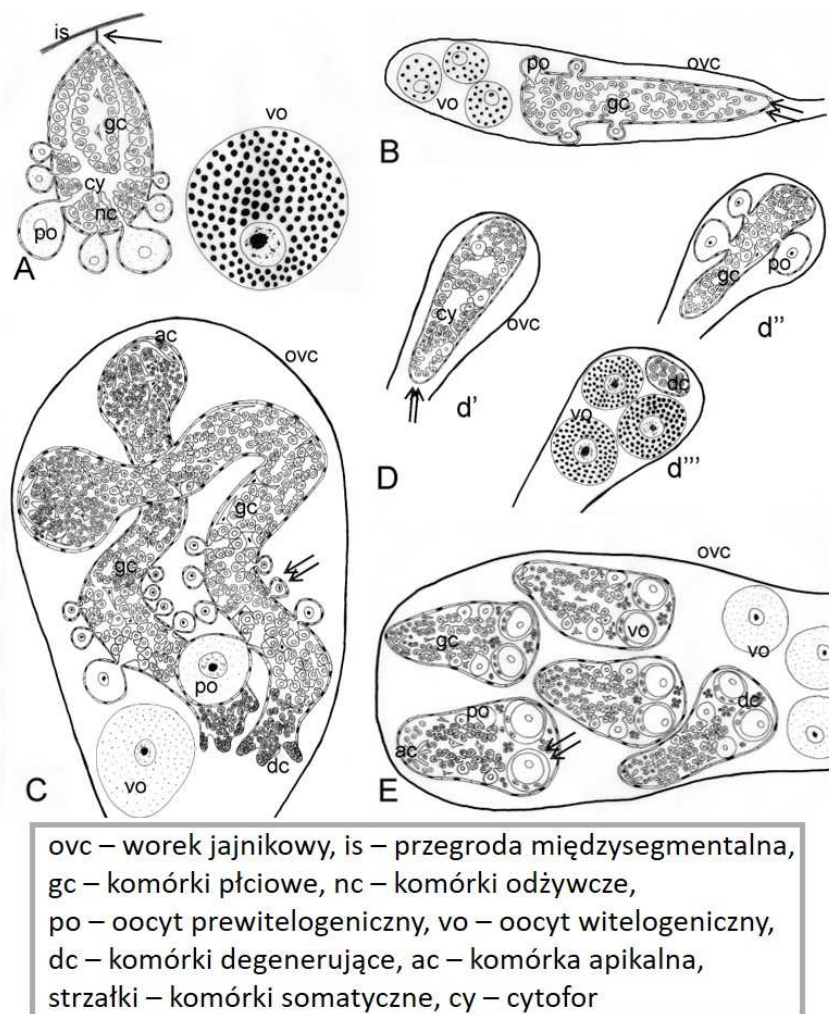
### **e) Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych**

Poza przedstawionym powyżej osiągnięciem naukowym, moje pozostałe zainteresowania naukowe obejmowały stosunkowo szeroki zakres tematyczny, choć w dużej mierze koncentrowały się wokół zagadnień dotyczących gametogenezy siodełkowców. Przez ostatnie 9 lat aktywności zawodowej byłam zaangażowana w szereg projektów, których realizacja zakończyła się publikacją oryginalnych artykułów naukowych. Poniżej krótko prezentuję pozostałe osiągnięcia mojej pracy naukowej. Omawiane w tym miejscu publikacje powstałe w ramach prowadzonych badań przedstawiono w **załączniku nr 04** (zał\_04\_Publikacje\_pozostałe).

### **I) Badania budowy gonady żeńskiej i oogenezy pijawek właściwych i taksonów pokrewnych**

Badania związane z jajnikami i oogenezą pijawek rozpoczęłam już w czasie studiów doktoranckich. Interesujące, z punktu widzenia moich badań, były doniesienia wskazujące na fakt, iż jajniki pijawek są bardzo podobne do siebie w obrębie danej rodziny, natomiast znacznie różnią się pomiędzy rodzinami, co może stanowić kolejną cechę wykorzystywaną w badaniach nad pokrewieństwami w obrębie pijawek [26–29]. Pozwoliło to na zaplanowanie i przeprowadzenie badań nad jajnikami i oogenezą pijawek właściwych (Hirudinea) i taksonów pokrewnych (tj. pijawczaki – Branchiobdellida i pijawki szczeciowe - Acanthobdellida), które **doprowadziły do wyróżnienia kilku typów morfologicznych jajników (Fig. 3) oraz do wykorzystania cech związanych z budową jajników i przebiegiem oogenezy do lepszego poznania pokrewieństw w obrębie badanych grup.** Prowadzenie tego typu badań jest zasadne, ponieważ poza dostarczaniem nowej wiedzy do literatury naukowej na temat procesów rozrodczych pijawek, pozwala na włączenie się w nurt badań nad systematyką pijawek i szerzej całych siodełkowców. Wynika to z faktu, że systematyka Clitellata nie jest ustalona i w literaturze pojawia się wiele prac, które próbują rozwikłać relacje pomiędzy poszczególnymi grupami [22,30,31]. Tradycyjnie siodełkowce dzielone są na dwie podgromady: skąposzczety (Oligochaeta) i Hirudinida, które obejmują trzy grupy o randze nadrzędów: pijawki właściwe (Hirudinea) i dwa ektopasożytnicze taksony podobne do pijawek (z ang. „leech-like” taxa), tj. pijawczaki (Branchiobdellida) i pijawki szczeciowe (Acanthobdellida) [20,32]. W obrębie pijawek właściwych wyróżnia się zwykle dwie główne grupy: Rhynchobdellida – pijawki ryjkowe, np. Piscicollida (tzw. pijawki rybie) i

Glossiphoniida oraz Arhynchobdellida – pijawki bezryjkowe, do których zalicza się dwie grupy: pijawki szczękowe – Hirudiniformes (w tym Hirudinidae i Haemopidae) i pijawki gardzielowe – Erpobdelliformes (z Erpobdellidae i Salifidae) [20,33]. Pojawienie się filogenezy molekularnej zmieniło tradycyjny punkt widzenia i obecnie powszechnie przyjmuje się, że monofiletyczny takson obejmujący ektopasożytnicze, drapieżne i żywiące się krwią siodełkowce, tj. Branchiobdellida + Acanthobdellida + Hirudinea, powinien zostać włączony do Oligochaeta, a taksonem siostrzanym do tego kladu wydaje się być rodzina skąposzczetów zwana dżdżowniczkami (Lumbriculidae) [34].



**Fig. 3** Wybrane typy jajników pijawek i grup pokrewnych.  
 a) Typ „Tubifex”, b) Typ „Acanthobdella”, c) Typ „Hirudo”,  
 d) Typ „Glossiphonia” (d’ d’’ d’’’ – jajniki na kolejnych etapach oogenezy), e) typ „Erpobdella”.

**W ramach niniejszego osiągnięcia naukowego opublikowano 6 oryginalnych prac badawczych** (zebranych w załączniku nr 04 jako **prace B1-B6**), **ukazujących budowę jajników i oogenezę pijawek, pijawczaków i pijawek szczeciowych. Wyniki badań zostały również przedstawione w 10 doniesieniach konferencyjnych**, a krótki **artykuł popularnonaukowy (artykuł B7)** przybliżył czytelnikom ciekawostki związane z pijawką szczeciową *Acanthobdella peledina*. Dodatkowo, wyniki badań zostały zebrane i podsumowane w dwóch pracach (**artykuły BC1 i BC2**). Mój udział w badaniach polegał na współdziałaniu w formułowaniu koncepcji badawczych i planowaniu analiz, pobieraniu i przygotowaniu materiału biologicznego do badań, prowadzeniu badań laboratoryjnych i wykonaniu analiz jakościowych jajników przy wykorzystaniu metod mikroskopii świetlnej (jasnego pola, fluorescencyjnej) i mikroskopii elektronowej (transmisyjnej, skaningowej), interpretacji i opracowaniu wyników, opracowaniu dokumentacji fotograficznej, udziale w pisaniu i redagowaniu publikacji oraz ich rewizji po uwagach recenzentów. Mój wkład naukowy w badania był istotny ze względu na fakt, iż był realizowany w ramach mojej pracy doktorskiej oraz w czasie mojej późniejszej pracy naukowej. Publikacje powstały w ramach współpracy z prof. dr hab. Piotrem Świątkiem z WNP UŚ i współpracy, głównie międzynarodowej, z naukowcami związanymi z biologią i systematyką pijawek. Dodatkowo w dwóch z przedstawionych publikacji byłam pierwszym autorem i w jednej autorem korespondencyjnym.

W ramach prowadzonych badań we współpracy z Dr. Raja Ben Ahmed z University of Tunis El Manar w Tunezji, wykonałam analizy organizacji jajników i przebiegu oogenezy dwóch gatunków pijawek właściwych z rodziny Hirudinidae – afrykańskiej pijawki lekarskiej *Hirudo troctina* i pijawki nilowej *Limnatis nilotica*. Efektem jest **publikacja B1** (załącznik nr 04) oraz doniesienie konferencyjne (XXIX Conference on Embryology. Toruń-Ciechocinek, 19-21.05.2010). Ponadto, w ostatnim czasie wykonaliśmy analizę jajników pijawki *Batrachobdella algira*, będącej przedstawicielem pijawek ryjkowych z rodziny Glossiphoniidae, kosmopolitycznej rodziny pijawek, żywiących się krwią płazów. Efektem tych badań jest **artykuł B6** (załącznik nr 04) oraz doniesienie konferencyjne (15th International Symposium on Aquatic Oligochaeta. Bruksela, Belgia, 19-24.09.2022). Z kolei, częściowo w ramach prowadzonej pracy doktorskiej i współpracy naukowej z dr Witoldem Strużyńskim z SGGW z Warszawy oraz Stanisławem Ciosem z Warszawy i Erno Salonen z Finlandii, wykonaliśmy analizy jajników dwóch przedstawicieli pijawczaków – *Branchiobdella pentodonta* i *B. parasitica* oraz pijawki szczeciowej *Acanthobdella peledina*. Pijawczaki to ektosymbionty słodkowodnych raków a pijawki szczeciowe żywią się krwią ryb łososiowatych. Obie te grupy

posiadają cechy wspólne (synapomorficzne) zarówno ze skąposzczetami jak i pijawkami, przez co ich położenie systematyczne w obrębie siodełkowców było kontrowersyjne a zarazem interesujące z punktu widzenia prowadzonych przeze mnie analiz. Efektem badań jest **publikacja B2** (załącznik nr 04) oraz dwa doniesienia konferencyjne (XXIX Conference on Embryology. Toruń-Ciechocinek, 19-21.05.2010 i 4th International Conference of Leeches: Biology, taxonomy, faunistics. Wierzba, Polska, 17-21.05.2011). Ponadto, w ramach współpracy z Dr. Yi-Te Lai z National Taiwan University wykonaliśmy po raz pierwszy analizę jajników i oogenezy u przedstawiciela drapieżnych pijawek właściwych z rodziny Salifidae – *Barbronia weberi*, w efekcie czego powstała **publikacja B3** (załącznik nr 04). Celem kolejnych badań dotyczących pijawek było poznanie w jaki sposób zbudowane są jajniki u przedstawiciela pijawek szczękowych – *Haemadipsa japonica*. Było to pierwsze doniesienie opisujące szczegółowo organizację jajników w rodzinie Haemadipsidae. Do podjęcia się tego tematu skłoniła mnie interesująca charakterystyka grupy, gdyż pijawki z tej rodziny zamieszkują wilgotne lasy regionu Indo-Pacyfiku, żywią się krwią atakując ludzi i inne kręgowce. W efekcie prowadzonych badań powstała **publikacja B5** (załącznik nr 04) a wyniki były również prezentowane na konferencji naukowej (15th International Symposium on Aquatic Oligochaeta. Bruksela, Belgia, 19-24.09.2022).

W związku z tym, że filogeneza i klasyfikacja Clitellata jest nadal przedmiotem intensywnej debaty, proponowane i stosowane są różne systemy [30–32,35], prowadzone badania dotyczące budowy jajników i przebiegu oogenezy u pijawek i taksonów pokrewnych dostarczyły nowych cech, które mogą być pomocne w tych rozważaniach. Część z prowadzonych przeze mnie badań została wykorzystana w **pracy B4** (załącznik nr 04), w której w badaniach pokrewieństw w obrębie pijawek użyto kombinacji cech morfologicznych związanych z żeńskimi układami rozrodczymi i oogenezą. Dodatkowo wyniki tych analiz zostały przedstawione na czterech konferencjach naukowych (International Conference: Puzzles of Development: from the First Divisions to Brain Wiring. Zakopane, Polska, 17-19.05.2013; XXX Conference on Embryology. Gdańsk-Jurata, 16-18.05.2012; XXXI Conference on Embryology. Poznań, 21-24.05.2014; XXXII Conference on Embryology. Wojsławice, 18-21.05.2016).

Podsumowując, do osiągnięć naukowych tego cyklu prac należy zaliczyć:

1. Szczegółowy opis budowy jajników i wyróżnienie kilku typów morfologicznych jajników pijawek i taksonów pokrewnych (Fig. 3), tj. typ „Hirudo” (u badanych przedstawicieli pijawek Hirudinidae i Haemadipsidae), typ „Erpobdella” (u badanych pijawek z rodziny Salifidae), typ „Glossiphonia” (u badanych przedstawicieli Glossiphoniidae), typ „Acanthobdella” (u przedstawiciela pijawek szczeciowych – Acanthobdellida) i typ „Tubifex” (u badanych przedstawicieli pijawczaków – Branchiobdellida),
2. Potwierdzenie hipotezy o konserwatywnej budowie jajników pijawek w obrębie rodzin, niezależnej od środowiska życia (wodne vs. lądowe),
3. Wykazanie cech apomorficznych w budowie jajników poszczególnych rodzin, tj. obecność komórki apikalnej, synchroniczna oogeneza, obecność worka jajnikowego,
4. Wykazanie obecności zespołów komórek płciowych z centralną masą cytoplazmy i syncytialnej oogenezy,
5. Wykazanie meroistycznej oogenezy, z różnicowaniem losów komórek płciowych na komórki odżywcze i oocyty,
6. Opisanie charakterystycznej komórki apikalnej w jajnikach pijawek z grupy Hirudiniiformes i Erpobdelliformes, zaproponowanie dla niej funkcji niszy dla utrzymania puli komórek płciowych i somatycznych,
7. Zebranie szczegółowych danych dotyczących organizacji jajnika, zespołów komórek płciowych i oogenezy, jako użytecznych cech morfologicznych w rozważaniach filogenetycznych,
8. Wykazanie cech wspólnych i różnic w budowie jajników taksonów pokrewnych z pijawkami („leech-like” taxa) i potwierdzenie bliższego pokrewieństwa pijawczaków (Branchiobdellida) ze skąposzczetami, z kolei pijawek szczeciowych (Acanthobdellida) z pijawkami właściwymi (Hirudinea),
9. Wykonanie analizy filogenetycznej w oparciu o kombinację cech molekularnych i morfologicznych, związanych z żeńskimi układami rozrodczymi w obrębie pijawek.

## II) Inne badania w obrębie siodełkowców

Naturalnym następstwem zainteresowania siodełkowcami jest mój udział w kolejnych badaniach związanych z tą grupą zwierząt. Za osiągnięcie naukowe uważam **poznanie procesów rozrodczych siodełkowców, w tym budowy żeńskich gonad i formowania komórek jajowych przedstawicieli skąposzczetów z grupy „Microdrile”, do której zalicza się niewielkie, na ogół wodne skąposzczety.** Oprócz wartości poznawczej, część z prowadzonych badań była również wstępem do moich badań habilitacyjnych (stanowiących moje główne osiągnięcie naukowe przedstawione w artykułach A1-A6). Ponadto część badań powstała w ramach pracy doktorskiej oraz dwóch projektów naukowych, w których byłam głównym wykonawcą lub wykonawcą (1. Projekt badawczy finansowany przez MNiSW; nr. N N303 423636; tytuł projektu: Organizacja jajnika i przebieg oogenezy wybranych grup siodełkowców (Annelida, Clitellata); 2. Projekt badawczy finansowany przez NCN; typ: OPUS; nr. 2012/05/B/NZ4/02417; tytuł projektu: Budowa i ewolucja jajnika oraz przebieg oogenezy u pierścienic z gromady siodełkowców (Annelida, Clitellata).

**Wyniki badań zostały opublikowane w 5 pracach oryginalnych** (zebranych w załączniku nr 04 jako **artykuły C1-C5**) i prezentowane w formie kilku doniesień na konferencjach naukowych. Mój udział w nich był istotny, z uwagi na współudział w formułowaniu koncepcji badawczych i planowaniu analiz, pobieraniu i przygotowaniu materiału biologicznego do badań, wykonaniu badań jakościowych i ilościowych z wykorzystaniem metod mikroskopii świetlnej (jasnego pola i fluorescencyjnej), mikroskopii elektronowej, wykonaniu badań z wykorzystaniem metod histo i cytochemicznych, udział w analizie materiału, interpretacji i opracowaniu wyników, opracowaniu dokumentacji fotograficznej oraz udział w pisaniu i redagowaniu publikacji a także ich rewizji po uwagach recenzentów. W dwóch z wymienionych prac byłam również pierwszym autorem.

Badania dostarczyły nowych danych na temat budowy jajników, pozwoliły na ich szczegółowy opis i wyróżnienie kilku typów gonad u skąposzczetów z grupy „Microdrile”, tj. typ „Tubifex” – u zbadanych przedstawicieli rodzin Naididae, tj. podrodziny Tubificinae (**artykuł C1**) i Lumbriculidae (**artykuł C2**), typ „Enchytraeus” – u badanych przedstawicieli Enchytraeidae (**artykuł C4**), typ „Stylaria” – u badanych przedstawicieli należącej do Naididae podrodziny Rhyacodrilinae (**artykuł C5**). Wykazaliśmy, iż jajniki „Microdrile” zbudowane są przeważnie z syncytialnych zespołów komórek płciowych, o identycznym planie budowy (każda komórka łączy się jednym mostkiem z cytoforem), lecz różniących się znacznie w szczegółach organizacji jak np. liczba połączonych komórek, kształt i wielkość cytoforu.



Różnice te przekładają się ostatecznie na różną morfologię gonady. Jedyny wyjątek (jajnik typu „Capilloventer”) został opisany u przedstawiciela rodziny Capilloventridae, u którego syncytialne zespoły nie są formowane, a komórki płciowe (oocyty) rozwijają się indywidualnie (**artykuł C3**). Zebraliśmy również cechy dotyczące organizacji jajników, szczegółów związanych z występującymi zespołami komórek płciowych oraz z procesem oogenezy, które pozwalają na prześledzenie ewolucji jajnika oraz są pomocne w określaniu relacji pokrewieństwa pomiędzy poszczególnymi grupami. **Wyniki dotychczasowych badań zostały zebrane i podsumowane w dwóch artykułach BC1 i BC2** oraz zaprezentowane na kilku konferencjach naukowych.

Tematyka związana z prezentowanymi zagadnieniami jest kontynuowana. Aktualnie prowadzone są badania nad budową i funkcjonowaniem jajników dżdżownic – dużych skąposzczetów określanych jako Crassiclitellata, zaliczanych do „Megadrile”. Badania te są prowadzone w ramach projektu badawczego (projekt finansowany przez NCN; typ: OPUS; nr. 2020/37/B/NZ4/00560; tytuł projektu: Struktura, funkcjonowanie oraz ewolucja jajników dżdżownic i pokrewnych im pierścienic – badania mikroskopowe i molekularne), którego jestem wykonawcą. Pierwsze wyniki prowadzonych analiz zostały zaprezentowane w formie dwóch doniesień konferencyjnych (XXXIV Conference on Embryology. Kraków, 18-19.2022), a praca oryginalna, prezentująca analizę jajników, zespołów komórek płciowych i oogenezę przedstawicieli dżdżownic z rodziny Hormogastridae (Świątek, Novo, Decaens, Marchan, Gajda, Małota, Urbisz – Ovary micromorphology in hormogastrid earthworms with a special emphasis on the organization of the germ-line cysts), została wysłana do czasopisma Zoology i jest w trakcie recenzji.

W ramach współpracy naukowej z Dr. Raja Ben Ahmed nad procesami rozrodczymi pijawek Tunezji i Afryki północnej, uczestniczyłam w **badaniach nad procesem spermatogenezy u afrykańskiej pijawki lekarskiej *Hirudo troctina* przedstawionej w pracy D1**, w której analizowaliśmy budowę ultrastrukturalną plemników tego gatunku oraz opisaliśmy szczegółowo proces ich formowania w obrębie syncytialnych zespołów. Mój udział polegał na przygotowaniu materiału do badań i przeprowadzeniu analiz metodami mikroskopii świetlnej, fluorescencyjnej i elektronowej, przygotowaniu i interpretacji wyników i pomocy w opracowaniu manuskryptu.

Włączyłam się również w **badania dotyczące skąposzczetów z rodziny Enchytraeidae, dotyczące zwyczajów pokarmowych tej grupy zwierząt**. W efekcie tego został opublikowany **artykuł przeglądowy E1** przedstawiający preferencje żywieniowe Enchytraeidae, selektywne przyjmowanie pokarmu, trawienie, czy aktywność enzymatyczną. Praca ta była podstawą pod przyszłe badania pierwszego autora publikacji, realizowane w ramach studiów doktoranckich w IBBiOŚ WNP UŚ. Mój udział w pracy obejmował wykonanie fotografii metodą skaningowej mikroskopii elektronowej oraz pisanie i korektę manuskryptu.

### **III) Badania morfologiczne i ultrastrukturalne stawonogów**

Ze względu na profil naukowy IBBiOŚ, moje działania naukowe oraz dydaktyczne od samego początku były również związane z innymi grupami bezkręgowców, głównie stawonogami. Będąc jeszcze na studiach doktoranckich razem z dr Łukaszem Chajcem z ówczesnej Katedry Histologii i Embriologii Zwierząt realizującym badania naukowe w ramach studiów doktoranckich dotyczące lądowego stawonoga – prosioka szorstkiego *Porcellio scaber*, poznałam zwyczaje rozrodcze i zachowania tej grupy zwierząt. W efekcie powstała **praca popularnonaukowa (artykuł F1 w załączniku nr 04) opisująca stonogi – skorupiaki z rzędu równonogów (Isopoda) do których zaliczany jest *P. scaber***. W pracy tej przybliżyliśmy czytelnikom budowę stonóg, ich przystosowania do lądowego środowiska życia, występowanie oraz zwyczaje rozrodcze. Zebraliśmy również ciekawostki na temat stonóg, w tym wzmianki historyczne, wykorzystywanie motywu stonogi w sztuce, czy w kuchni jako składnika potraw. Dodatkowo brałam udział w badaniach nad budową układu pokarmowego dwóch przedstawicieli wijów (Chilopoda), badając m.in. rodzaje śmierci komórkowej zachodzące na terenie jelita środkowego. Wyniki analiz były prezentowane na konferencji naukowej (II Ogólnopolska Konferencja Młodych Naukowców – Arthropod. Katowice, 23-25.05.2013).

Kilka lat temu włączyłam się również w **badania nad mutantami świerszcza domowego *Acheta domestica*** hodowanymi w jednym z laboratoriów ówczesnego Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UŚ. Mutanty świerszcza domowego uzyskane w hodowli różniły się kolorem oczu, posiadały żółty oraz biały kolor, podczas gdy linia dzika miała oczy koloru czarnego. Linie te zostały doprowadzone do formy homozygotycznej. Jest to jedyna tego typu hodowla na świecie. Mutanty owadów o zmienionym kolorze oczu są uważane za dobry model eksperymentalny do badania genetyki owadów, pigmentacji ciała i procesów

fizjologicznych, jednak badania naukowe obejmują głównie owady holometaboliczne, tj. muchówki, chrząszcze, błonkówki i łuskoskrzydłe [36,37]. Owady hemimetaboliczne, do których zalicza się *A. domesticus*, chociaż liczne w przykłady występowania mutacji związanych z kolorem oczu, często były pomijane. **W ramach projektu przeprowadzono analizy fenotypowe i genotypowe, krzyżówki genetyczne oraz zbadano strukturę oka i skład pigmentu** za pomocą mikroskopii świetlnej, elektronowej i badań biochemicznych. Badania wykazały, iż kolor oczu mutantów obu linii (żółtej i białej) jest kontrolowany przez pojedynczy autosomalny recesywny allel. Analiza ultrastruktury oka mutantów wykazała jednocześnie zmniejszoną liczbę ciemnych ziaren pigmentu oraz zwiększoną liczbę jasnych pęcherzyków u mutantów z białymi oczami. Stwierdzono również istotne różnice w składzie pigmentu oczu (ommochromów i pterydyn) między obiema liniami mutantów. Wykazano również, że zmutowane geny są zaangażowane w dwa różne, niezależne szlaki metaboliczne regulujące enzymy metabolizmu tryptofanu oraz tworzenie i transport ziaren pigmentu. Przeprowadzone analizy dostarczyły nowych informacji na temat mutacji koloru oczu u owadów hemimetabolicznych. Wyniki badań zostały opublikowane w **artykule naukowym przedstawionym jako F2** w załączniku nr 04 i prezentowane na konferencji naukowej (XXXIII Conference on Embryology. Olsztyn, 23-26.05.2018), a mój udział w pracy polegał na wykonaniu analiz oczu w mikroskopie świetlnym i transmisyjnym mikroskopie elektronowym, zebraniu i interpretacji wyników oraz współudziale w pisaniu manuskryptu. Dodatkowo wykonaliśmy analizy polegające na określeniu potencjału rozrodczego samców mutantu świerszcza domowego z linii White, które były zaprezentowane w formie doniesienia na konferencji naukowej (VII Ogólnopolska Konferencja Młodych Naukowców – Arthropod. Katowice, 09.06.2018).

Kolejnym projektem w którym brałam udział były **badania mieszańców pluskwiaków z rodziny Reduviidae**. Badania nad hybrydyzacją i powstawaniem mieszańców owadów dotyczą w głównej mierze wpływu potomstwa mieszańców na ewolucję i rozmieszczenie gatunków lub populacji, pomijają jednak ważne zjawisko – niezdolności mieszańca do uzyskania potomstwa oraz nie wyjaśniają przyczyn i pochodzenia izolacji rozrodczej [38]. W tych badaniach skupiliśmy się na pluskwiakach z rodzaju *Platyeris*, u których jedynie skrzyżowanie w warunkach hodowlanych samców *P. rhadamanthus* z samicami *P. biguttatus* daje żywotne, ale bezpłodne potomstwo. Oba przedstawione gatunki są drapieżne i pochodzą z Afryki. Mimo różnic w zasięgu występowania tych gatunków w środowisku, modelowanie potencjalnych stref hybrydyzacji wykazało, że gatunki te mogą się krzyżować w przyrodzie.

Okazy hybrydowe w kolekcjach entomologicznych potwierdziły hipotezę dotyczącą potencjalnej naturalnej hybrydyzacji na połączeniu zasięgów dwóch gatunków rodzicielskich *Platyeris*. Mimo wykazania niskiego stopnia izolacji rozrodczej, potomstwo takich krzyżówek było mniej żywotne niż którykolwiek z gatunków rodzicielskich [39–41]. **Badania, w których uczestniczyłam miały na celu poznanie biologii mieszańców i próbę określenia przyczyn ich nieplodności.** W toku badań wykonaliśmy szczegółową analizę i opis budowy męskich i żeńskich układów rozrodczych *P. rhadamanthus*, *P. biguttatus* i ich hybryd, sprawdziliśmy przebieg procesów formowania plemników i komórek jajowych oraz układ kariotypów gatunków rodzicielskich i hybryd. Analiza mikroskopowa męskich i żeńskich układów rozrodczych osobników rodzicielskich i hybryd wykazała bardzo bliskie podobieństwa morfologiczne we wszystkich badanych grupach. Podobieństwa te dotyczyły zarówno generalnej organizacji układów rozrodczych, jak i szczegółów ich struktury wewnętrznej. Nasze badania wykazały między innymi, iż prawdopodobna przyczyna nieplodności mieszańców badanych gatunków *Platyeris* leży po stronie samców *P. rhadamanthus* i jest związana z zaburzeniami procesu spermatogenezy. Dodatkowo badania kariotypów mieszańców wykazały zwielokrotniony system chromosomów płci (X1X2X3Y i X1X1X2X2X3X3), co również może powodować bezpłodność i wyjaśniać, dlaczego nie osiągnięto pokolenia F2 i dlaczego krzyżówki wsteczne z gatunkami rodzicielskimi *Platyeris* nie powiodły się. Wyniki badań zostały opublikowane w pracy naukowej (**artykuł F3** w załączniku nr 04) oraz prezentowane na konferencji naukowej (XXVI Ogólnopolska Konferencja Hemipterologiczna. Bieszczady – Bereźka, 17-20.09.2019). Mój wkład w badania polegał na współudziale w opracowaniu koncepcji badań i projektu, badaniach mikroskopowych układów rozrodczych, analizie oogenezy i spermatogenezy, zebraniu i interpretacji danych oraz współudziale w pisaniu manuskryptu.

**IV) Aktualnie prowadzone badania i plany badawcze, które zamierzam realizować w najbliższym czasie obejmują:**

- **badania eksperymentalne z wykorzystaniem płynu celomatycznego dżdżownic** we współpracy z dr Karolem Małotą z Zespołu Histologii i Embriologii Zwierząt IBBiOŚ UŚ oraz dr hab. Magdaleną Skonieczną z Centrum Biotechnologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Płyn celomatyczny dżdżownic jest uważany za źródło różnych substancji aktywnych o wielorakim działaniu, stąd pojawiają się badania naukowe podejmujące próby jego medycznego wykorzystania [42,43]. **Nasze badania mają na celu sprawdzenie potencjalnych przeciwnowotworowych właściwości substancji**

**zawartych w płynie celomatycznym dżdżownicy *Dendrobaena veneta* na komórki nowotworowe raka jelita grubego linii HCT116.** Badania polegają na inkubacji komórek linii nowotworowych (HCT116) i prawidłowych (A549 i BEAS-2B) wysokimi i niskimi dawkami płynu celomatycznego pozyskanego z *D. veneta*, poddanemu lub nie obróbce termicznej. Inkubowane w płynie celomatycznym komórki są następnie analizowane pod kątem ich przeżywalności, cyklu komórkowego, produkcji reaktywnych form tlenu (ROS), śmierci komórkowej oraz zmian na poziomie ultrastrukturalnym. W wyniku prowadzonych eksperymentów opisaliśmy wpływ płynu celomatycznego na ultrastrukturę komórek, w tym zachowanie ciągłości błon biologicznych, strukturę mitochondriów i innych organelli komórkowych. Wykazaliśmy również potencjał niskich dawek płynu celomatycznego w generowaniu ROS oraz działanie płynu celomatycznego jako czynnika proliferacyjnego. Jest to interesujący wynik, który jest podstawą do kolejnych badań. W ramach prowadzonych badań powstały dwie prace magisterskie, jedno doniesienie konferencyjne (23th Gliwice Scientific Meetings. Gliwice, Polska, 22-23.11.2019) oraz została złożona praca do czasopisma Pharmacological Research (Małota K., Urbisz A.Z., Student S., Skonieczna M. Anti-cancer activity of *Dendrobaena veneta* cell-less celomic fluid). Mój udział w badaniach polegał na przygotowywaniu roztworów płynu celomatycznego do eksperymentu, inkubacji linii komórkowych odpowiednimi dawkami płynu, przygotowywaniu komórek do analiz i przeprowadzaniu analiz z wykorzystaniem mikroskopu elektronowego, a także interpretacji uzyskanych wyników oraz udziale w pisaniu manuskryptu. Dodatkowo wykonaliśmy analizy markerów stresu komórkowego i zdolności antyoksydacyjnych płynu celomatycznego dżdżownicy *D. veneta* w porównaniu z innymi wybranymi tkankami dżdżownicy. Wyniki były wykorzystane w jednej pracy magisterskiej oraz prezentowane na konferencji naukowej (EMBO/EMBL Symposium: Seeing is believing - Imaging the molecular processes of life. Heidelberg, Niemcy, 9-12.10.2019).

- **badania wpływu mikro i nanocząstek polistyrenowych na procesy fizjologiczne i rozmnażanie *Drosophila melanogaster*.** Badania te wpisują się w ogólnościowy trend mający na celu oszacowanie skali niebezpieczeństwa wynikającego z masowej produkcji plastiku i procesów jego degradacji do skali mikro i nano. Szeroko zakrojone badania w tym temacie prowadzono na organizmach morskich, w ekosystemach lądowych faktycznie rozpoczęły się zaledwie kilka lat temu [44,45]. Wysokie zanieczyszczenie cząsteczkami plastiku odnotowywane na lądzie (mogące być 4 do 23

razy większe niż w oceanie) [46] oraz dostępne dane ograniczające się do organizmów wodnych lub linii komórkowych [47–49], były podstawą podjęcia naszych badań. W przedstawionym projekcie interesuje nas rzeczywiste oddziaływanie cząstek mikroplastiku (cząsteczek o wielkości mniejszej niż 5 mm) i nanoplastiku (cząsteczek mniejszych niż 0,1  $\mu\text{m}$ ) na organizmy lądowe *in vivo*, na poziomie tkankowym i komórkowym, stąd muszka owocowa dobrze się sprawdza do tego typu badań. Badania prowadzone są we współpracy z dr Karolem Małotą, dr Łukaszem Chajcem z Zespołu Histologii i Embriologii Zwierząt oraz z dr Martą Sawadro z Zespołu Biologii Stresu Środowiskowego i Zespołu Fizjologii i Etologii Owadów IBBiOŚ WNP UŚ. W projekcie analizujemy pobieranie i akumulację cząstek polistyrenowych u *D. melanogaster* po karmieniu pożywką zawierającą mikro i nanocząstki polistyrenu o wielkości 0,04-0,06  $\mu\text{m}$ , 0,4-0,6  $\mu\text{m}$  i 1,0-1,9  $\mu\text{m}$ . Badania mają na celu sprawdzenie, czy cząstki te akumulują się w przewodzie pokarmowym oraz gonadach (jajnikach i jądrach) osobników dorosłych oraz w larwach i czy wywierają wpływ na budowę morfologiczną i ultrastrukturę wybranych tkanek i komórek. Sprawdzamy również czy ekspozycja na mikro i nanocząstki zmienia prawidłowe funkcjonowanie tkanek i komórek oraz czy wpływa na ich parametry fizjologiczne. Badania wykazały pobieranie cząstek polistyrenowych z pokarmem przez osobniki dorosłe i larwy. Wykazaliśmy między innymi, że najmniejsze cząstki mogą wnikać do wnętrza komórek oraz że komórki uruchamiają procesy ich eliminacji, np. poprzez autofagię. Analiza parametrów fizjologicznych wykazała, że jajniki wydają się być tkanką najbardziej narażoną na szkodliwe działanie cząstek polistyrenu, zachodził w nich proces śmierci komórkowej – apoptozy indukowanej działaniem mikro i nanocząstek polistyrenu. Wyniki naszych badań zostały przedstawione na dwóch konferencjach międzynarodowych (InterNanoPoland, Katowice, Polska, 14-15.04.2021 i International Congress on Biological and Health Sciences, Turcja, 25-27.02.2022), natomiast manuskrypt przyszłej pracy naukowej znajduje się aktualnie w opracowaniu. Mój udział w projekcie polega na opracowaniu koncepcji i planu badań, organizacji i przeprowadzeniu eksperymentów, przygotowaniu próbek, analizie materiału w mikroskopie świetlnym (jasnego pola i fluorescencyjnym) oraz elektronowym, zebraniu wyników i ich interpretacji oraz pisaniu manuskryptu.

- **badania wpływu fulerenu C<sub>70</sub> na komórki i tkanki *D. melanogaster*.** Fulereny należą do cząsteczek będących jedną z odmian alotropowych czystego węgla [50]. Składają się z parzystej liczby atomów węgla i występują w postaci sferycznych, kulistych lub

elipsoidalnych, zamkniętych struktur o średnicy około 0,7 nm. Fulereny znajdują wielorakie zastosowanie, aktualnie są badane pod kątem ich wykorzystania w medycynie np. w nowych terapiach przeciwnowotworowych, a jednym z najlepiej poznanych fulerenów jest C<sub>60</sub> [51,52]. **Badania, w których uczestniczę są częścią projektu kierowanego przez dr inż. Macieja Serdę z Wydziału Nauk Ścisłych i Technicznych UŚ, poszukującego nowych glikofulerenów jako potencjalnych cząsteczek do terapii przeciwnowotworowych [51,53].** W pierwszym etapie zespół dr inż. Macieja Serdy po zsyntezowaniu fulerenu C<sub>70</sub> sprawdzał jego wpływ na linie komórek nowotworowych (*in vitro*). Drugi etap polega na badaniu wpływu fulerenu C<sub>70</sub> na żywy organizm (*in vivo*) i do jego realizacji został wybrany gatunek *D. melanogaster*. W ramach badań określiliśmy, czy fulereny C<sub>70</sub> są zdolne do wnikania do komórek jelita po podaży wraz z pożywieniem oraz jak zachowują się po wnikięciu do wnętrza komórek i tkanek. Wykonaliśmy analizę ultrastrukturalną zmian w komórkach tworzących nabłonek jelita środkowego *D. melanogaster*, sprawdziliśmy wpływ fulerenów na przeżywalność komórek i poziom markerów stresu komórkowego komórek jelita. Przeprowadzone analizy wykazały m.in. zdolność cząsteczek fulerenu C<sub>70</sub> do przenikania do wnętrza komórek jelita. Nie wykazaliśmy negatywnego wpływu fulerenu C<sub>70</sub> na ultrastrukturę komórek jelita, ich przeżywalność i poziom stresu komórkowego. Interesujące było, że cząsteczki fulerenu C<sub>70</sub> tworzyły akumulacje w cytoplazmie komórek, a nawet na terenie jąder komórkowych. Dodatkowo przeprowadzony przez nas test toksyczności sprawdzający przeżywalność owadów nie wykazał negatywnego wpływu fulerenu C<sub>70</sub> na przeżywalność owadów w porównaniu z grupą kontrolną. Wyniki te są obiecujące i badania te będą kontynuowane, aby móc dać tzw. zielone światło dla potencjalnego stosowania badanych fulerenów C<sub>70</sub>. Uzyskane wyniki weszły w skład dwóch prac magisterskich, a oryginalna praca badawcza została złożona do druku w czasopiśmie naukowym *Science of the Total Environment* (Serda M., Dreszer D., Szewczyk G., Szubka M., Maroń A.M., Urbisz A.Z., Małota K., Sznajder J., Rost-Roszkowska M., Musioł R. - Uncovering nanotoxicity of a water-soluble and red-fluorescent [70]fullerene nanomaterial). Mój udział w badaniach polegał na zaplanowaniu eksperymentu *in vivo*, prowadzeniu hodowli *D. melanogaster*, analizie próbek w mikroskopie fluorescencyjnym, wykonaniu analiz z wykorzystaniem cytometru przepływowego oraz na zebraniu i interpretacji wyników badań.

- **badania organizacji zespołów komórek płciowych i jajników w obrębie dżdżownic (Crassidictyella)** realizowane w ramach projektu naukowego (projekt badawczy finansowany przez NCN; typ: OPUS; nr. 2020/37/B/NZ4/00560; tytuł projektu: Struktura, funkcjonowanie oraz ewolucja jajników dżdżownic i pokrewnych im pierścienic – badania mikroskopowe i molekularne) oraz **kontynuacja badań związanych z procesami rozrodczymi pijawek Afryki północnej** we współpracy z Dr. Raja Ben Ahmed z Tunezji,
- **badania formowania zespołów z centralną masą cytoplazmy**, m.in. mechanizmów kontrolujących ten proces np. układ centrioli w czasie kolejnych mitoz i rozkład mostków międzykomórkowych, formowanie cytoforu,
- **badania organizacji jajników i przebiegu oogenezy wybranych gatunków niesporczaków (Tardigrada)** we współpracy z dr hab. Izabelą Poprawą z IBBiOŚ WNP UŚ.

## Literatura

- [1] Haglund K, Nezis IP, Stenmark H. Structure and functions of stable intercellular bridges formed by incomplete cytokinesis during development. *Commun Integr Biol* 2011; 4:1–9.
- [2] Lu K, Jensen L, Lei L, Yamashita YM. Stay connected: a germ cell strategy. *Trends Genet* 2017; 33:971–978.
- [3] Ikami K, Nuzhat N, Lei L. Organelle transport during mouse oocyte differentiation in germline cysts. *Curr Opin Cell Biol* 2017; 44:14–19.
- [4] Eckelbarger KJ, Hodgson AN. Invertebrate oogenesis – a review and synthesis: comparative ovarian morphology, accessory cell function and the origins of yolk precursors. *Invertebr Reprod Dev* 2021; 65:71–140.
- [5] Büning J. *The Insect Ovary : Ultrastructure, previtellogenic growth and evolution*. London: Chapman and Hall; 1994.
- [6] Matova N, Cooley L. Comparative aspects of animal oogenesis. *Dev Biol* 2001; 231:291–320.
- [7] Godula J. Spermatogeneza bezkręgowców. In: Łukaszyk A, Bilińska B, Kawiak J, Bielańska-Osuchowska Z (eds.), *Ultrastruktura i funkcja komórki*. Warszawa: PWN; 1998:11–51.
- [8] Paschma M. The structure of the ovary and oogenesis in *Enchytraeus albidus* Henle. *Zool Pol* 1962; 12:145–188.
- [9] Dumont JN. Oogenesis in the annelid *Enchytraeus albidus* with special reference to the origin and cytochemistry of yolk. *J Morphol* 1969; 129:317–343.
- [10] Chaigne A, Brunet T. Incomplete abscission and cytoplasmic bridges in the evolution of eukaryotic multicellularity. *Curr Biol* 2022; 32:R385–R397.
- [11] Greenbaum MP, Iwamori T, Buchold GM, Matzuk MM. Germ cell intercellular bridges. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2011; 3:a005850.
- [12] De Cuevas M, Lilly MA, Spradling AC. Germline cyst formation in *Drosophila*. *Annu Rev Genet* 1997; 31:405–428.
- [13] Huynh JR, St Johnston D. The origin of asymmetry: Early polarisation of the *Drosophila* germline cyst



- and oocyte. *Curr Biol* 2004; 14:438–449.
- [14] Yamashita YM. Subcellular specialization and organelle behavior in germ cells. *Genetics* 2018; 208:19–51.
- [15] Lei L, Spradling AC. Mouse oocytes differentiate through organelle enrichment from sister cyst germ cells. *Science* 2016; 352:95–99.
- [16] Amini R, Goupil E, Labella S, Zetka M, Maddox AS, Labbé J-C, Chartier NT. *C. elegans* Anillin proteins regulate intercellular bridge stability and germline syncytial organization. *J Cell Biol* 2014; 206:129–43.
- [17] Rehai-Bell K, Love A, Werner ME, MacLeod I, Yates JR, Maddox AS. A sterile 20 family kinase and its co-factor CCM-3 regulate contractile ring proteins on germline intercellular bridges. *Curr Biol* 2017; 27:860–867.
- [18] Seidel H, Smith T, Evans J, Stamper J, Mast T, Kimble J. *C. elegans* germ cells divide and differentiate in a folded tissue. *Dev Biol* 2018; 442:173–187.
- [19] Kloc M, Biliński S, Dougherty MT, Brey EM, Etkin LD. Formation, architecture and polarity of female germline cyst in *Xenopus*. *Dev Biol* 2004; 266:43–61.
- [20] Błaszak C. Bezkręgowce. Zoologia. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN; 2009:801.
- [21] Erséus C, Prestegard T, K. Phylogenetic analysis of Tubificidae (Annelida, Clitellata) based on 18S rDNA sequences. *Mol Phylogenet Evol* 2000; 15:381–389.
- [22] Marotta R, Ferraguti M, Erséus C, Gustavsson LM. Combined-data phylogenetics and character evolution of Clitellata (Annelida) using 18S rDNA and morphology. *Zool J Linn Soc* 2008; 154:1–26.
- [23] Marotta R, Ferraguti M, Erséus C. A phylogenetic analysis of Tubificinae and Limnodriloidinae (Annelida, Clitellata, Tubificidae) using sperm and somatic characters. *Zool Scr* 2003; 32:255–278.
- [24] Ito M, Ito K, Ohta K, Hano T, Onduka T, Mochida K, Fujii K. Evaluation of bioremediation potential of three benthic annelids in organically polluted marine sediment. *Chemosphere* 2016; 163:392–399.
- [25] Ito K, Ito M, Onduka T, Ohta K, Torii T, Hano T, Mochida K, Ohkubo N, Miura T, Fujii K. Differences in the ability of two marine annelid species, *Thalassodrilides* sp. and *Perinereis nuntia*, to detoxify 1-nitronaphthalene. *Chemosphere* 2016; 151:339–344.
- [26] Świątek P, Krok F, Bielecki A. Germ-line cysts are formed during oogenesis in *Erpobdella octoculata* (Annelida, Clitellata, Erpobdellidae). *Invertebr Reprod Dev* 2010; 54:53–63.
- [27] Świątek P. Oogenesis in the leech *Glossiphonia heteroclita* (Annelida, Hirudinea, Glossiphonidae). I. Ovary structure and previtellogenic growth of oocytes. *J Morphol* 2005; 266:309–318.
- [28] Spałek-Wołczyńska A, Klag J, Bielecki A, Świątek P. Oogenesis in four species of *Piscicola* (Hirudinea, Rhyndobdellida). *J Morphol* 2008; 269:18–28.
- [29] Świątek P. Ovary cord structure and oogenesis in *Hirudo medicinalis* and *Haemopsis sanguisuga* (Clitellata, Annelida): Remarks on different ovaries organization in Hirudinea. *Zoomorphology* 2008; 127:213–226.
- [30] Erséus C, Williams BW, Horn KM, Halanych KM, Santos SR, James SW, Châtelliers MC, Anderson FE. Phylogenomic analyses reveal a Paleozoic radiation and support a freshwater origin for clitellate annelids. *Zool Scr* 2020; 49:614–640.
- [31] Timm T, Martin PJ. Clitellata: Oligochaeta. *Thorp Covich's Freshw Invertebr* 2015:529–549.
- [32] Jamieson BGM. Non-leech Clitellata. In: Rouse G, Pleijel F (eds.), *Reproductive Biology and Phylogeny of Annelida*. Plymouth: Science Publishers; 2006:235–392.
- [33] Govedich F, Moser W. Clitellata: Hirudinida and Acanthobdellida. In: Thorp J, Rogers D (eds.), *Thorp and Covich's freshwater invertebrates, Ecology and general biology*. vol I, 4th. London: Elsevier; 2015:565–588.
- [34] Siddall ME, Apakupakul K, Burreson EM, Coates KA, Ersé C, Gelder SR, Kä M, Trapido-Rosenthal H.

- Validating Livanow: Molecular data agree that leeches, branchiobdellidans, and *Acanthobdella peledina* form a monophyletic group of oligochaetes. *Mol Phylogenet Evol* 2001; 21:346–351.
- [35] Erséus C. Phylogeny of oligochaetous Clitellata. *Hydrobiologia* 2005:357–372.
- [36] Chintapalli VR, Wang J, Dow JAT. Using FlyAtlas to identify better *Drosophila melanogaster* models of human disease. *Nat Genet* 2007; 39:715–720.
- [37] Shamim G, Ranjan SK, Pandey DM, Ramani R. Biochemistry and biosynthesis of insect pigments. *Eur J Entomol* 2014; 111:149–164.
- [38] Hoskin CJ, Higgie M. Hybridization: its varied forms and consequences. *J Evol Biol* 2013; 26:276–278.
- [39] Bugaj-Nawrocka A, Sawka-Gądek N, Chłond D. Prediction of hybridisation zones of selected species of the genus *Platyeris* (Hemiptera: Reduviidae) supported by laboratory crossbreeding. *Austral Entomol* 2020; 59:323–336.
- [40] Chłond D, Bugaj-Nawrocka A. Model of potential distribution of *Platyeris rhadamanthus* Gerstaecker, 1873 with redescription of species. *Zool Stud* 2014; 53:1–14.
- [41] Chłond D, Bugaj-Nawrocka A, Junkiert Ł. Current and potential geographical distribution of *Platyeris biguttatus* (Linnaeus, 1767) with description of nymphs. *Zool Stud* 2015; 54:1–11.
- [42] Augustine D, Rao RS, Anbu J, Chidambara Murthy KN. In vitro antiproliferative effect of earthworm coelomic fluid of *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia foetida*, and *Perionyx excavatus* on squamous cell carcinoma-9 cell line: A pilot study. *Pharmacognosy Res* 2017; 9:S61–S66.
- [43] Fiołka MJ, Rzymowska J, Bilśka S, Lewtak K, Dmoszyńska-Graniczka M, Grzywnowicz K, Kaźmierski W, Urbanik-Sypniewska T, Dmoszyńska-Graniczka M, Grzywnowicz K, Kaźmierski W, Urbanik-Sypniewska T. Antitumor activity and apoptotic action of coelomic fluid from the earthworm *Dendrobaena veneta* against A549 human lung cancer cells. *Apmis* 2019; 127:435–448.
- [44] Duis K, Coors A. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environ Sci Eur* 2016; 28:1–25.
- [45] de Souza Machado AA, Kloas W, Zarfl C, Hempel S, Rillig MC. Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Glob Chang Biol* 2018; 24:1405–1416.
- [46] Horton AA, Walton A, Spurgeon DJ, Lahive E, Svendsen C. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Sci Total Environ* 2017; 586:127–141.
- [47] Rossi G, Barnoud J, Monticelli L. Polystyrene nanoparticles perturb lipid membranes. *J Phys Chem Lett* 2014; 5:241–246.
- [48] Syberg K, Khan FR, Selck H, Palmqvist A, Banta GT, Daley J, Sano L, Duhaime MB. Microplastics: Addressing ecological risk through lessons learned. *Environ Toxicol Chem* 2015; 34:945–953.
- [49] Forte M, Iachetta G, Tussellino M, Carotenuto R, Prisco M, De Falco M, Laforgia V, Valiante S. Polystyrene nanoparticles internalization in human gastric adenocarcinoma cells. *Toxicol Vitr* 2016; 31:126–136.
- [50] Yasinskyi Y, O. P, O. M, V. R, Prylutskyi Y, Tauscher E, Ritter U, Kozeretska I. Reconciling the controversial data on the effects of C60 fullerene at the organismal and molecular levels using as a model *Drosophila melanogaster*. *Toxicol Lett* 2019; 310:92–98.
- [51] Serda M, Malarz K, Mrozek-Wilczkiewicz A, Wojtyniak M, Musioł R, Curley SA. Glycofullerenes as non-receptor tyrosine kinase inhibitors- towards better nanotherapeutics for pancreatic cancer treatment. *Sci Rep* 2020; 10:1–11.
- [52] Satoh M, Takayanagi I. Pharmacological studies on Fullerene (C60), a novel carbon allotrope, and its derivatives. *J Pharmacol Sci* 2006; 100:513–518.
- [53] Barańska E, Wiecheć-Cudak O, Rak M, Bienia A, Mrozek-Wilczkiewicz A, Krzykawska-Serda M, Serda M. Interactions of a water-soluble glycofullerene with glucose transporter 1. Analysis of the cellular effects on a pancreatic tumor model. *Nanomaterials* 2021; 11:1–14.

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

Prowadzona przeze mnie działalność naukowa ściśle wiąże się ze współpracą z innymi naukowcami i jednostkami naukowymi w kraju i za granicą. Aktywność ta wynika z charakteru prowadzonych przeze mnie badań i można w niej wyróżnić trzy ścieżki. **Pierwsza** ścieżka związana jest z koniecznością zbierania licznych gatunków skąposzczetów, pijawek i dżdżownic do badań zespołów komórkowych, oogenezy oraz struktury i ewolucji jajnika. **Druga** ścieżka wiąże się z realizacją badań nad procesem gametogenezy, zarówno spermatogenezy i oogenezy oraz procesów związanych z rozrodem pijawek Tunezji i Afryki północnej. **Trzeci** typ mojej aktywności naukowej poza uczelnią macierzystą związany jest z realizacją części badań w oparciu o nowoczesne techniki, poznanie metod i możliwości zaawansowanego sprzętu oraz wykorzystanie w moich badaniach metodyki niestosowanej standardowo w laboratoriach IBBiOŚ UŚ.

a) Konieczność pozyskania reprezentatywnej próby badawczej, w postaci po pierwsze odpowiedniej liczby osobników, a po drugie odpowiedniej liczby taksonów, jest warunkiem bez którego nie byłoby możliwe zrealizowanie jednego z celów moich badań, czyli prześledzenia dróg ewolucji jajnika siodełkowców. Tylko niewielką część badanych grup stanowią gatunki krajowe czy kosmopolityczne, łatwe do znalezienia, oznaczenia do konkretnego gatunku, czy możliwe do zdobycia ze źródeł komercyjnych. Znakomita większość badanych grup wymaga specjalistycznej wiedzy, umiejętności taksonomicznych i terenowych w zakresie zbierania i identyfikacji gatunków. W związku z tym kooperacja z osobami, które są specjalistami w tym zakresie, jest podstawą prowadzonych przeze mnie badań. Warto podkreślić, iż większość zbadanych do tej pory grup siodełkowców pochodziła spoza Polski i była możliwa do pozyskania dzięki współpracy z naukowcami z różnych miejsc na świecie. Badania te częściowo były realizowane i nadal są w ramach trzech projektów, w których jestem głównym wykonawcą lub wykonawcą (1. Projekt badawczy finansowany przez MNiSW; nr. N N303 423636; tytuł projektu: Organizacja jajnika i przebieg oogenezy wybranych grup siodełkowców (Annelida, Clitellata); 2. Projekt badawczy finansowany przez NCN; typ: OPUS; nr. 2012/05/B/NZ4/02417; tytuł projektu: Budowa i ewolucja jajnika oraz przebieg oogenezy u pierścienic z gromady siodełkowców (Annelida, Clitellata); 3. Projekt badawczy finansowany przez NCN; typ: OPUS; nr. 2020/37/B/NZ4/00560; tytuł projektu: Struktura, funkcjonowanie oraz ewolucja jajników dżdżownic i pokrewnych im pierścienic – badania

mikroskopowe i molekularne). W tym celu nawiązałam współpracę ze specjalistami z różnych ośrodków naukowych tj.:

- **Dr. Mana Ito i Dr. Katsutoshi Ito** z National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research Agency, Hiroshima w Japonii. W ramach współpracy powstała publikacja naukowa wchodząca w skład mojego osiągnięcia habilitacyjnego (artykuł A3). Wyniki badań były również prezentowane na dwóch międzynarodowych konferencjach naukowych (International Congress on Invertebrate Morphology w 2017 r. i 14th International Symposium on Aquatic Oligochaeta w 2018 r.).
- **Dr. Pierre De Wit** z University of Gothenburg, Göteborg, w Szwecji. W ramach współpracy Dr. Pierre De Witt odbył również krótką wizytę w ramach programu Erasmus+ w IBBiOŚ UŚ w maju 2017 r. Współpraca została zwieńczona wspólną publikacją (artykuł C4). Wyniki były również prezentowane na międzynarodowych konferencjach naukowych (International Congress on Invertebrate Morphology w 2017 r. i 14th International Symposium on Aquatic Oligochaeta w 2018 r.).
- **Dr. Yi-Te Lai** z Institute of Zoology, National Taiwan University, Taipei, z Tajwanu. W ramach współpracy powstała publikacja dotycząca jednego z przedstawicieli pijawek występujących na Tajwanie (artykuł B3).
- **Dr. Patrick Martin** z Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, z Belgii. Dzięki tej współpracy możliwe było zbadanie przedstawiciela grupy siodełkowców blisko spokrewnionej z dżdżownicami (Crassiclitellata), niezwykle wartościowej dla celu naszego aktualnego projektu. Współpraca zakończyła się powstaniem publikacji wchodzącej w skład mojego osiągnięcia habilitacyjnego (artykuł A5). Wyniki były również prezentowane na międzynarodowej konferencji naukowej (14th International Symposium on Aquatic Oligochaeta w 2018 r.).
- **Dr. Takafumi Nakano** z Department of Zoology, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto z Japonii. W ramach współpracy możliwe było pozyskanie lądowych pijawek szczękowych. Dzięki współpracy z Dr. Takafumi Nakano powstała jedna praca oryginalna (artykuł B5). Wyniki były również prezentowane na międzynarodowej konferencji naukowej (15th International Symposium on Aquatic Oligochaeta w 2022 r.).
- **Prof. Csaba Csuzdi** z Department of Zoology, Institute of Biology, Károly Eszterházy University, Eger, Węgry. Współpraca z Prof. Csaba Csuzdi umożliwiła zebranie przedstawicieli kilku grup dżdżownic do aktualnie trwającego projektu naukowego. W

ramach tej współpracy odbyłam wizytę w Károly Eszterházy University, dzięki której poznałam metody pozyskiwania dżdżownic w terenie, sposoby ich identyfikacji gatunkowej na podstawie cech morfologicznych oraz w czasie pobytu w Egerze dokonałam sekcjonowania zebranych dżdżownic i wypreparowałam jajniki dżdżownic do analiz, które są prowadzone aktualnie w IBBiOŚ UŚ. **Uważam ten wyjazd za istotną aktywność naukową gdyż był on podstawą do prowadzonych aktualnie badań jajników dżdżownic z rodziny Lumbricidae.** Wyjazd zrealizowałam w ramach **Erasmus+ Programme KA103 HE – Staff Training Mobility**, w okresie 25-29.04.2022.

Poza ww. współpracą wzięłam udział w kursach i warsztatach poświęconych procedurom badawczym na zwierzętach, identyfikacji bezkręgowców w terenie i laboratorium oraz biologii i zastosowaniu pijawek lekarskich:

- Centrum Medycyny Doświadczalnej, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice, uczestnictwo w **szkoleniu w zakresie procedur związanych z wykorzystywaniem zwierząt do celów naukowych lub edukacyjnych**, w dniach 12.07-27.09.2016.
- Akademia Parmed, Zdziechowice, uczestnictwo w **kursie hirudoterapii i larwoterapii**, w dniach 10-13.12.2015.
- Biology Centre AS CR, v. v. i. Institute of Soil Biology, České Budějovice, Czechy, uczestnictwo w **szkoleniu dotyczącym lądowych bezkręgowców - 13th Central European Workshop on Soil Zoology**, w dniach 13-15.04.2015.

Dzięki odbytym kursom, zdobyłam wiedzę i poznałam procedury niezbędne do wykonywania badań z wykorzystaniem zwierząt, w tym przede wszystkim moją podstawową grupą zwierząt, siodełkowcami, włączając w nią pijawki lekarskie. Jestem również **hirudoterapeutą.**

Dodatkowo, będąc jeszcze na studiach doktoranckich uczestniczyłam w **kursie analizy filogenetycznej**, organizowanym przez Polskie Towarzystwo Genetyczne, Instytut Oceanologii PAN w Sopocie, w dniach 13-15.05.2010. Udział w kursie przygotował mnie do dalszych badań, w tym do realizacji projektów związanych z wykorzystaniem plastyczności jajników siodełkowców w rozważaniach pokrewieństw w obrębie siodełkowców.

**b)** W czasie studiów doktoranckich byłam opiekunem doktorantki z Tunezji, **Dr. Raja Ben Ahmed**, będącej na stażu naukowym w naszym laboratorium na ówczesnym Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska UŚ. W czasie pobytu Dr. Raja Ben Ahmed w Polsce, prowadziłyśmy badania pijawek Tunezji i Afryki Północnej. Badania te przerodziły się w wieloletnią współpracę naukową, w efekcie której ukazały się do tej pory trzy publikacje oryginalne (artykuły B1, B6, D1) i dwa doniesienia konferencyjne (XXIX Conference on Embryology. Toruń-Ciechocinek, 19-21.05.2010 oraz 15th International Symposium on Aquatic Oligochaeta. Bruksela, Belgia, 19-24.09.2022).

W tym czasie, Raja Ben Ahmed czterokrotnie przebywała w Polsce (w latach 2009, 2010, 2016, 2020), prowadząc wraz ze mną badania wykorzystujące metody mikroskopii świetlnej (jasnego pola i fluorescencyjnej) oraz elektronowej, stosowane w laboratorium IBBiOŚ UŚ. W ramach współpracy odbyłam również wizytę w University of Monastir, Higher Institute of Biotechnology w Tunezji, w ramach **Erasmus+ Programme KA107 HE – Staff Training Mobility** (12-18.09.2021 r.). **Wyjazd ten uważam za istotną aktywność naukową poza jednostką macierzystą, w czasie której pozyskałam niezbędny materiał do dalszych badań, ustaliłam koncepcję tych badań, a także przeprowadziłam warsztaty dla studentów studiów doktorskich w Higher Institute of Biotechnology of Monastir w University of Monastir.**

Moja współpraca z Dr. Raja Ben Ahmed jest kontynuowana. Planujemy kolejny pobyt Dr. Raja Ben Ahmed w Uniwersytecie Śląskim w marcu 2023 roku oraz mój wyjazd do University of Tunis El Manar, Faculty of Sciences of Tunis, Biology of Reproduction and Animal Development, w Tunisie w maju 2023 roku. Przyszłe badania będą kontynuacją dotychczasowych analiz i w pierwszej kolejności obejmą tunezyjskie pijawki z rodziny Erpobdellidae tj. *Trocheta tunisiana* i *Trocheta africana*.

**c I)** W czasie prowadzenia badań naukowych pojawiła się możliwość poszerzenia metodyki badawczej o nowoczesne metody związane z obrazowaniem trójwymiarowym komórek i tkanek na poziomie mikroskopu świetlnego lub elektronowego. Metody trójwymiarowe wymagają specjalistycznego sprzętu i znajomości oprogramowania komputerowego, za pomocą których możliwe jest najpierw seryjne skrawanie materiału badawczego na półcienkie lub ultracienkie skrawki a następnie obróbka danych i tworzenie rekonstrukcji. Rekonstrukcje trójwymiarowe dostarczają nowych i cennych informacji, niedostępnych przy standardowych (dwuwymiarowych) metodach obrazowania. W celu poznania ww. metod, ich możliwości i wymogów technicznych wzięłam udział w **warsztatach Array Tomography Workshop**

**RMC ATUM-tome, ASH-100 and ZEISS Atlas Array Tomography**, w Oberkochen w Niemczech, w dniach 24-25.10.2017 roku. **Uważam ten wyjazd za istotną aktywność naukową – wyjazd umożliwił mi poznanie i wdrożenie techniki SBEM wykorzystanej przeze mnie w dwóch pracach osiągnięcia habilitacyjnego (A4 i A6).** Dodatkowo razem z moimi kolegami z IBBiOŚ UŚ, zainteresowanymi obrazowaniem trójwymiarowym, nawiązałam współpracę z zagraniczną grupą badawczą Prof. Eija Jokitalo z Institute of Life Science HiLIFE Institute of Biotechnology w Helsinkach w Finlandii, zajmującą się trójwymiarową mikroskopią elektronową. Jedną z metod trójwymiarowego obrazowania na poziomie ultrastruktury jest SBEM (ang. Serial block-face electron microscopy), dla której jeden z członków ww. grupy badawczej, **Dr. Ilya Belevich** opracował oprogramowanie komputerowe MIB (Microscopy Image Browser), umożliwiające obróbkę obrazów oraz tworzenie i wizualizację trójwymiarowych modeli obiektów badawczych. **W celu nawiązania współpracy oraz transferu know-how odbyłam wyjazd do Institute of Life Science HiLIFE Institute of Biotechnology w ramach programu Fast Track Grants 2.0 Back2Mobility, w dniach 08-15.11.2021.** Wyjazd ten uważam za istotną aktywność, w czasie której, **poznałam możliwości i obsługę MIB, wykonałam dokumentację** (serię 700 ultracienkich skrawków) jednego z naszych obiektów badawczych (część szczytowa jajnika dżdżownicy z rodziny Hormogastridae) na skaningowym mikroskopie elektronowym wyposażonym w moduł SBEM. Na bazie tych danych przeprowadzana jest analiza formowania się zespołów komórek płciowych, organizacji cytoforu i połączeń międzykomórkowych u tych dżdżownic.

**c II)** Moja kolejna aktywność naukowa realizowana poza Uniwersytetem Śląskim jest związana z badaniami prowadzonymi w Centrum Biotechnologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach, we współpracy z **dr hab. inż. Sebastianem Studentem** i **dr hab. Magdaleną Skonieczną**. Centrum Biotechnologii posiada nowoczesne laboratoria, w tym hodowle komórkowe, laboratoria mikroskopii konfokalnej, cytometrii przepływowej, które wykorzystywałam w prowadzonych przeze mnie badaniach. **W ramach współpracy w latach 2019-2021 prowadziłam długoterminowe badania naukowe w Centrum Biotechnologii Politechniki Śląskiej, poznając metody stosowane w ww. laboratoriach, prowadząc badania naukowe na liniach komórkowych, które nie są dostępne w mojej macierzystej jednostce i odbywając konsultacje naukowe.** Tą działalność naukową w innej niż macierzysta jednostce uważam za istotną, ponieważ w laboratoriach Politechniki Śląskiej wykonałam badania wchodzące w skład dwóch prac mojego osiągnięcia habilitacyjnego (A4 i A6). W

ramach współpracy powstała też trzecia praca, która została złożona do czasopisma *Pharmacological Research* (Małota K., Urbisz A.Z., Student S., Skonieczna M. Anti-cancer activity of *Dendrobeana veneta* cell-less celomic fluid) oraz jedno doniesienie konferencyjne (23th Gliwice Scientific Meetings. Gliwice, Polska, 22-23.11.2019).

Moja aktywność naukowa w Centrum Biotechnologii Politechniki Śląskiej obejmowała również udział w badaniach **dr inż. Aleksandry Poterały-Hejmo** z Narodowego Instytutu Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie, Państwowego Instytutu Badawczego, oddziału w Gliwicach, w ramach prowadzonej przez nią pracy doktorskiej (tytuł rozprawy doktorskiej: Rola białka P53 w regulacji stanu oksydoredukcyjnego w komórkach nowotworowych; promotor: prof. dr hab. Joanna Rzeszowska; data nadania stopnia naukowego doktora: 10.06.2020). W ramach tych badań przeprowadziłam analizę ultrastruktury mitochondriów w komórkach pochodzących z różnych linii komórkowych z wykorzystaniem transmisyjnego mikroskopu elektronowego oraz analizę stereologiczną różnych typów morfologicznych mitochondriów w badanych liniach komórkowych.

Dodatkowo w 2021 roku byłam **ekspertem** z zakresu „Wykonanie preparatów komórkowych, obrazowanie za pomocą mikroskopii elektronowej i analiza zdjęć.” w ramach projektu PBL o nazwie: Badanie transdermalnych mikro- i nanozanieczyszczeń środowiskowych, związków syntetycznych i pochodnych diclofenaku o potencjale pro- i przeciwnowotworowym w badaniach in vitro z użyciem zaawansowanych systemów hodowli 3D.” w **projekcie dofinansowanym ze środków: Europejskiego Funduszu Społecznego, w ramach programu POWER 3.5**, nr projektu w Politechnice Śląskiej: 47/050/FSD18/0001-12PBL. W ramach realizowanego projektu wyniki badań zostały zaprezentowane w formie trzech doniesień na konferencjach naukowych (Scientific Meetings. Gliwice, Polska, 18-20.11.2021; VIII Śląskie Spotkania Naukowe, Gliwice, 21.05.2021; Environmental Protection & Energy Conference. Gliwice, 10.12.2021).

**c III)** Poza opisaną powyżej aktywnością naukową uczestniczyłam w **kursach i szkoleniach poszerzających mój warsztat laboratoryjny**. Kursy te dotyczyły technik związanych z obrazowaniem próbek w mikroskopie fluorescencyjnym, skaningowym i transmisyjnym mikroskopie elektronowym, mikroskopią korelacyjną łączącą na jednym obrazie różne metody oraz analizą materiału z wykorzystaniem cytometrii przepływowej. Kursy realizowałam w następujących miejscach:



- PIK Instruments, Warszawa, uczestnictwo w seminarium i warsztatach poświęconych korelacyjnemu mikroskopowi DELPHI oraz mikroskopowi SEM Phenom ProX, w dniu 15.12.2015,
- Uniwersytet Śląski i Fundacja Gyncentrum, Katowice, uczestnictwo w warsztatach pt.: “Standardowe badanie nasienia. Ocena najistotniejszych parametrów w procesie zapłodnienia”, w dniu 03.12.2015,
- Merc Millipore, Warszawa, uczestnictwo w warsztatach pt.: „Akademia Merc Millipore – Cytometria przepływowa”, w dniu 23.10.2015,
- Uniwersytet Jagielloński, Kraków, uczestnictwo w warsztatach na temat nowoczesnych metod badawczych „Biotechnologia Molekularna dla Zdrowia”, w dniach 04-05.10.2010,
- Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, uczestnictwo w kursie naukowym „Techniki immunocytochemiczne i hybrydyzacji *in situ* na poziomie mikroskopu elektronowego”, w dniach 28-30.09.2009.

Zaświadczenia z odbytych staży naukowych przedstawionych w pkt. 5 niniejszego Autoreferatu zostały zebrane w **załączniku nr 06** (zał\_06\_Staże\_naukowe).

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

### **a) Osiągnięcia dydaktyczne**

Poza pracą naukową aktywnie uczestniczyłam w organizowaniu i prowadzeniu zajęć dydaktycznych dla studentów z różnych kierunków studiów licencjackich, magisterskich oraz studiów doktoranckich. Do **moich osiągnięć dydaktycznych** można zaliczyć:

- Opracowanie koncepcji zajęć, materiałów dydaktycznych i wykładów do przedmiotów prowadzonych na kierunkach Biologia i Biotechnologia, np. Biologia rozwoju roślin i zwierząt, Mechanizmy rozwoju roślin i zwierząt, Ultrastruktura komórki eukariotycznej,
- Organizacja i prowadzenie zajęć dla studentów studiów licencjackich i magisterskich na kierunkach Biologia, Biotechnologia i Ochrona Środowiska, np. Podstawy struktury Eukariota, Histologia zwierząt, Biologia rozwoju roślin i zwierząt, Biologia rozwoju

zwierząt, Mechanizmy rozwoju roślin i zwierząt, Mechanizmy rozwoju zwierząt, Embriologia roślin i zwierząt, Ultrastruktura komórki Eukariotycznej, Endokrynologia ogólna, Pracownia licencjacka, Pracownia dyplomowa, Pracownia specjalizacyjna, Pracownia magisterska, Adaptacje organizmów do środowiska, Projekt, Analiza instrumentalna w biotechnologii środowiska, Techniki analizy tkanek roślinnych i zwierzęcych, Zoologia ogólna, Zarys fizjologii zwierząt, Biologia,

- Organizacja i prowadzenie zajęć dla studentów studiów doktoranckich, a obecnie Szkoły Doktorskiej, tj. Mikroskopia elektronowa jako narzędzie rekonstrukcji 3D komórek i ich ultrastruktury - od teorii do praktyki, Cyto-and histochemical analysis of embryonic animal tissues,
- Organizacja i prowadzenie zajęć dla studentów innych wydziałów Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, tj. Struktura, funkcje, rozwój i bioróżnorodność (Kierunek: Biofizyka), Podstawy procesów życiowych (Kierunek: Biofizyka), Biologia z embriologią i genetyką (Kierunek: Fizyka medyczna),
- Prowadzenie trzech programów tutorskich w ramach Tutoringu eksperckiego dla studentów Szkoły Doktorskiej Uniwersytetu Śląskiego,
- Prowadzenie trzech programów tutorskich w ramach Tutoringu dla najlepszych studentów w Centrum Tutorów Uniwersytetu Śląskiego. Jeden z nich (w roku akademickim 2018/2019) zakończył się zdobyciem przez moją studentkę Grantu Rektora Uniwersytetu Śląskiego dla najlepszych studentów,
- Promotorstwo jednej pracy magisterskiej (na kierunku Biotechnologia) oraz opieka naukowa nad dwiema pracami magisterskimi (na kierunkach Biotechnologia i Biologia). Opieka naukowa obejmowała naukę wymaganych metod badawczych oraz późniejszy nadzór nad pracą magistranta w laboratorium, bieżący kontakt ze studentem, a także wykonywanie korekty tekstu prac magisterskich przed oddaniem ich do promotora,
- Promotorstwo dziesięciu prac licencjackich oraz recenzowanie pięciu prac licencjackich,
- Prowadzenie wykładów w ramach „Two-day training” dla doktorantów University of Monastir w Tunezji, we wrześniu 2021 roku,
- Prowadzenie projektu studenckiego w ramach programu realizowanego na Uniwersytecie Śląskim pt.: „NEW. Zwiększenie konkurencyjności studentów Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego na rynku pracy przez rozwój ich kompetencji zawodowych.” (Projekt współfinansowany ze środków Unii

Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego), w roku akademickim 2016/2017 oraz 2017/2018. Prowadzenie projektu obejmowało organizację studentów w zespół projektowy, opracowanie, nadzorowanie i moderowanie projektu badawczego studentów, naukę wymaganych metod badawczych oraz nadzór nad realizacją projektu.

Oprócz prowadzenia zajęć dydaktycznych sama także doksztalałam się, **uczestnicząc w wymienionych poniżej kursach podnoszących kwalifikacje nauczycielskie:**

- Warsztaty pt. „Dobrze uczyć” dotyczące doskonalenia kompetencji dydaktycznych kadry akademickiej, zorganizowane w ramach projektu Uniwersytet Partnerem Gospodarki Opartej na Wiedzy (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego). Uniwersytet Śląski, Katowice, 18.06.2009.
- Seminarium „Krajowe Ramy Kwalifikacji dla szkolnictwa wyższego”. Uniwersytet Śląski, Katowice 30.10.2011.
- Szkolenie z języka angielskiego zorganizowane w ramach projektu Uniwersytet Partnerem Gospodarki Opartej na Wiedzy (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego). Uniwersytet Śląski, Katowice, 05.10.2012-14.06.2013.
- II Międzynarodowe sympozjum naukowe neurodydaktyki. Uniwersytet Śląski, Katowice 21-23.10.2016.
- Warsztaty nowoczesne metody dydaktyczne w przestrzeni szkoły wyższej, organizowanego w ramach projektu "SWAN. Szkolnictwo Wyższe Atrakcyjne i Nowoczesne - Podnoszenie Kompetencji Dydaktycznych Kadry Akademickiej Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach" (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój). Katowice, 28-29.06.2017.
- Certyfikowane szkolenie (Certyfikat Nr GIT/01/2017/11): Grywalizacja jako narzędzie w edukacji akademickiej, organizowane w ramach projektu "SWAN. Szkolnictwo Wyższe Atrakcyjne i Nowoczesne - Podnoszenie Kompetencji Dydaktycznych Kadry Akademickiej Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach" (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój). Collegium Wratislaviense, Katowice, 25-28.09.2017.

- Certyfikowane szkolenie (Certyfikat Nr STA-Z/196/I/2017/5): Tutor I. organizowane w ramach projektu "SWAN. Szkolnictwo Wyższe Atrakcyjne i Nowoczesne - Podnoszenie Kompetencji Dydaktycznych Kadry Akademickiej Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach" (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój). Collegium Wratislaviense, Katowice, 08.11-14.12.2017.
- Kurs języka angielskiego: EAP - Intensywny program rozwijania umiejętności mówienia, organizowany w ramach projektu "SWAN. Szkolnictwo Wyższe Atrakcyjne i Nowoczesne - Podnoszenie Kompetencji Dydaktycznych Kadry Akademickiej Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach" (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój), Katowice 02-03.2018.
- Szkolenie z języka angielskiego w ramach projektu „Zintegrowany Program Rozwoju Uniwersytetu Śląskiego (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój), lata 2020-2022.
- Szkolenie z zakresu zaburzeń psychicznych i całościowych w tym zespołu Aspergera, w ramach projektu „DUO – Uniwersytet Śląski uczelnią dostępną, uniwersalną i otwartą” (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój). Katowice, 18.02.2021.
- Szkolenie: Spektrum autyzmu – teoria i praktyka, w ramach projektu „DUO – Uniwersytet Śląski uczelnią dostępną, uniwersalną i otwartą” (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój). Katowice 21.01.2022.
- Szkolenie z zakresu cyberbezpieczeństwa, Uniwersytet Śląski w Katowicach, 01.03.2022.
- Szkolenie "Praca ze studentem w kryzysie", w ramach projektu „DUO – Uniwersytet Śląski uczelnią dostępną, uniwersalną i otwartą” (Program współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój). Katowice, 07.04.2022.

Zaświadczenia z odbytych staży dydaktycznych znajdują się w **załączniku nr 07** (zał\_07\_Staże\_dydaktyczne).

#### **b) Osiągnięcia organizacyjne**

Do mojej działalności organizacyjnej prowadzonej w Instytucie IBBiOŚ UŚ (wcześniej: Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska; WBiOŚ UŚ) można zaliczyć liczne **aktywności organizacyjne związane bezpośrednio z prowadzonym na Wydziale kształceniem studentów, działalnością naukową oraz konferencjami naukowymi**, tj.:

- Udział w latach 2015-2016 w Wydziałowym Zespole ds. opracowania zmodyfikowanych programów studiów na poszczególnych kierunkach oraz ich opisanie zgodnie z wytycznymi KRK,
- Organizacja kolejnych edycji Ogólnopolskiej Konferencji Młodych Naukowców – Arthropod, odbywającej się w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach w latach 2013-2018 (załącznik nr 05),
- Sprawowanie funkcji opiekuna roku dla studentów I roku studiów licencjackich na kierunku Biologia, Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UŚ, rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015,
- Praca w Kierunkowym Zespole Zapewniania Jakości Kształcenia dla kierunku Biologia, w roku akademickim 2015/2016,
- Udział w wydziałowym zespole opracowującym program kształcenia dla nowego kierunku Biologia Żywności i Żywienia (studia II stopnia), w roku akademickim 2015/2016,
- Pełnienie funkcji asystenta koordynatora programów studiów na kierunku Biologia Żywności i Żywienia w latach 2016-2018,
- Członek zespołu pomocniczego ds. analizy sposobów weryfikacji efektów kształcenia na kierunku Biologia Żywności i Żywienia w latach 2016-2018,
- Członek Rady Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w latach 2016-2020, jako przedstawiciel niesamodzielnych pracowników naukowo-dydaktycznych,
- Członek Rady Dydaktycznej Kierunków: Biologia, Biotechnologia i Ochrona Środowiska Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, od roku akademickiego 2019/2020 do nadal,

- Członek Rady Naukowej IBBiOŚ na Wydziale Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego od lutego 2021 do września 2022,
- Członek komisji ds. modyfikacji kierunku Biologia na I stopniu kształcenia w ramach ogólnouczelnianej modyfikacji kształcenia na Uniwersytecie Śląskim, od 2022 roku do nadal.

### **c) Osiągnięcia popularyzujące naukę**

Moje działania często związane były z różnymi aktywnościami popularyzatorskimi. Brałam czynny udział w imprezach i wydarzeniach, które miały na celu zaprezentowanie oferty dydaktycznej Wydziału, przybliżenie uczestnikom tematyki prowadzonych prac badawczych oraz technik i metod badawczych wykorzystywanych w laboratoriach IBBiOŚ WNP Uniwersytetu Śląskiego. Swoje zainteresowania naukowe prezentowałam również w formie wykładów popularnonaukowych dla uczniów szkół podstawowych, ponadpodstawowych oraz studentów. Do najważniejszych osiągnięć mogę zaliczyć:

- Działalność w Uniwersytecie Śląskim Maturzystów działającym przy Uniwersytecie Otwartym (poprzednio Centrum Kształcenia Ustawicznego) w Uniwersytecie Śląskim jako trener corocznych Intensywnych Warsztatów Maturalnych z Biologii (od roku szkolnego 2014) oraz prowadzenie wykładów w ramach Nocnych Powtórek Maturalnych z Biologii,
- Prowadzenie licznych warsztatów w ramach corocznego ogólnopolskiego wydarzenia Nocy Biologów od 2012 roku, m.in. "Władca pierścienic - fascynujący świat siodelkowców i wieloszczetów", „Wodni krwiopijcy”, „Barwne oblicze tkanek”, „Nocne wędrówki elektronów”, „Jak to robią zwierzęta, czyli embriologia zwierząt w pigułce”, „Mały naukowiec”, „Jak to gąsienica stała się motylem - fascynujący świat larw”. Dodatkowo w 2019 roku pełniłam funkcję Zastępcy koordynatora VIII Ogólnopolskiej Nocy Biologów na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego,
- Wykonawca w projekcie edukacyjnym „Kopalnia Wiedzy” Jastrzębskiej Spółki Węglowej, realizowanym wraz z Uniwersytetem Otwartym działającym przy UŚ w Katowicach – przygotowanie materiałów edukacyjnych i prowadzenie warsztatów popularno-naukowych (kwiecień 2022-czerwiec 2023),

- Prowadzenie stanowisk pokazowych i warsztatów w ramach Festiwalu Nauki, popularnonaukowego wydarzenia odbywającego się w Katowicach, zrzeszającego wszystkie śląskie uczelnie wyższe, tj. "Z mikroskopem za Pan brat – pokazy histologiczne i embriologiczne" (październik 2016), „Niewidoczne gołym okiem, czyli mikroskopijny świat komórek zwierzęcych” (grudzień 2017, październik 2021),
- Cykl wykładów i pokazów dla uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych pt. „Od krwinki do pijawki” oraz „Zachowania godowe zwierząt” w ramach Uniwersyteckiego Miasteczka Naukowego, wydarzenia organizowanego przez Uniwersytet Otwarty w Uniwersytecie Śląskim (wrzesień 2021),
- W latach 2018-2020 pełniłam również rolę koordynatora współpracy dydaktyczno-naukowej pomiędzy Uniwersytetem Śląskim w Katowicach a III Liceum Ogólnokształcącym im. Stanisława Wyspiańskiego w Tychach,
- Wykład inauguracyjny w ramach XI Ogólnopolskiej Konferencji Studentów Śląskiej Wyższej Szkoły Medycznej w Katowicach nt. wykorzystania pijawek w kosmetologii (czerwiec 2019),
- Warsztaty dotyczące rozwoju embrionalnego zwierząt prowadzone dla uczniów LO z Bielska-Białej (kwiecień 2018),
- Seria wykładów dla dzieci i młodzieży pt. "Od jajka do kury, czyli o embriologii ptaków słów kilka" w ramach "Spotkań z nauką" organizowanych przez Centrum Kształcenia Ustawicznego Uniwersytetu Śląskiego (luty 2017),
- Udział w obchodach Święta Szkoły w LO im. Powstańców Śląskich w Bieruniu oraz wygłoszenie popularnonaukowego wykładu pt. „Fascynujący świat siodełkowców i wieloszczetów" (listopad 2016),
- Seria wykładów popularnonaukowych nt. "Jak powstaje nowy organizm, czyli embriologia w pigułce" dla uczniów LO im. Powstańców Śląskich w Bieruniu, w ramach współpracy między Uniwersytetem Śląskim a liceum (październik 2016, marzec 2017, marzec 2018),
- Wykład popularnonaukowy na temat rozwoju człowieka i zwierząt dla młodzieży z ZSO nr 11 w Gliwicach (październik 2015),
- Warsztaty dla młodzieży, dotyczące mikroskopii świetlnej, elektronowej oraz preparatyki materiału biologicznego, prowadzone w ramach współpracy między Uniwersytetem Śląskim a III LO im. S. Żeromskiego w Bielsku-Białej (wrzesień 2014),
- Wykład w Pałacu Młodzieży w Katowicach na temat: Jak powstaje nowy organizm - rozwój i rozród zwierząt (listopad 2011).

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

Poza przedstawionymi powyżej elementami mojej działalności naukowej, dydaktycznej, organizacyjnej chciałabym dodać, iż w czasie mojej pracy naukowej wykonałam **recenzje prac zgłoszonych do publikacji** w czasopismach takich jak: Tissue and Cell (trzy prace), Biomedical Research and Reviews (jedna praca), BMC Zoology (jedna praca). Od 2022 roku jestem **członkiem Rady Redakcyjnej** (Editorial Board Member) w czasopiśmie **BMC Zoology**.

Dodatkowo od czerwca 2015 roku jestem **członkiem Polskiego Towarzystwa Histochemików i Cytochemików (PTHC)**, w którym od maja 2019 roku jestem członkiem Zarządu Oddziału Śląskiego PTHC, w którym pełnię funkcję Sekretarza.

W czasie trwania mojej pracy zawodowej kilkakrotnie uzyskałam **nagrody i wyróżnienia**, tj.:

- Wyróżnienie Rektora Uniwersytetu Śląskiego dla Najlepszych Absolwentów Uniwersytetu Śląskiego. Katowice 2007 r.
- Nagroda Indywidualna III Stopnia za osiągnięcia naukowo-badawcze. Katowice 01.10.2012 r.
- Wyróżnienie PTHC za komunikat naukowy pt. Techniki fluorescencyjne w badaniach nad oogenezą pierścienic (Annelida) – XLVIII Sympozjum PTHC, Wisła, 03-06.09.2014 r.
- Nagroda Indywidualna III Stopnia za osiągnięcia naukowo-badawcze. Katowice 01.10.2014 r.
- Nagroda zespołowa Rektora Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach za osiągnięcia naukowo-badawcze. Katowice, 01.10.2018 r.

Potwierdzenia uzyskanych nagród znajdują się w **załączniku nr 08** (zał\_08\_Nagrody).

.....  
*Urbisz Anna*

(podpis wnioskodawcy)