

Autoreferat

dr Tomasz K. Maltz

Muzeum Przyrodnicze
Wydział Nauk Biologicznych
Uniwersytet Wrocławski we Wrocławiu

1. Dane personalne

dr Tomasz Krzysztof Maltz

Muzeum Przyrodnicze,
Wydział Nauk Biologicznych,
Uniwersytet Wrocławski

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

1] Dyplom ukończenia pięcioletnich studiów magisterskich na kierunku biologia, w zakresie biologii ogólnej, na Wydziale Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Wrocławskiego i uzyskanie **tytułu magistra biologii 28 czerwca 1996**; praca magisterska pt. *Ślimaki (Gastropoda) Pogórza i Kotliny Wałbrzyskiej*; promotor: dr Beata M. Pokryszko

2] Świadectwo ukończenia Studiów Podyplomowych w zakresie Chemii Środowiska na Wydziale Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego z dnia 8 maja 2001

3] Dyplom uzyskania stopnia doktora nauk biologicznych w zakresie biologii – malakologii z dnia 28 marca 2003 (nadanie stopnia doktora: 27 czerwca 2002); Wydział Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Wrocławskiego; tytuł rozprawy: *Cykl życiowy i dynamika populacji *Helicodonta obvoluta* (O. F. Müller, 1774) (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae)*; promotor: dr hab. Beata M. Pokryszko prof. UW.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

17.02.2003 – 16.02.2004, Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Przyrodniczych, Muzeum Przyrodnicze, stanowisko: **asystent**

17.02.2004 do dziś, Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Przyrodniczych (do 31.08.2006) z późniejszą zmianą na Wydział Nauk Biologicznych (od 1.09.2006), Muzeum Przyrodnicze, stanowisko: **adiunkt**

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311):

a) tytuł osiągnięcia naukowego

Kluczowe aspekty cykli życiowych i biologii rozrodu świdrzyków (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae)

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy), *IF, punktacja Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego – zgodne z rokiem opublikowania*

Osiągnięcie naukowe stanowi jednotematyczny cykl 6 publikacji z lat 2008-2017, na podstawie badań prowadzonych w latach 2003-2016:

1] Maltz T. K., Sulikowska-Drozd A. Life cycles of clausiliids of Poland – knowns and unknowns. **2008.** Annales Zoologici 58 (4): 857-880.

(*IF*₂₀₀₈ = 0,397, *IF*_{5-letni} = 0,375; pkt.₂₀₀₈ MNiSW: 10)

2] Maltz T. K., Sulikowska-Drozd A. Circannual Gonad Activity in two Species of the Genus *Vestia* P. Hesse (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae). **2010.** Annales Zoologici (Warszawa), 60(3): 469-481.

(*IF*₂₀₁₀ = 0,520, *IF*_{5-letni} = 0,458; pkt.₂₀₁₀ MNiSW: 13)

3] Maltz T. K., Sulikowska-Drozd A. Delayed Maturation in the Genus *Vestia* P. Hesse (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae): a Model for Clausiliid Lifecycle Strategy. **2011.** Journal of Molluscan Studies 77: 41-53.

(*IF*₂₀₁₁ = 1,227, *IF*_{5-letni} = 1,567; pkt.₂₀₁₁ MNiSW: 27)

4] Maltz T. K., Sulikowska-Drozd A. Life history of *Alinda biplicata* (Montagu, 1803) (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae) based on five-year laboratory observations. **2012.** Annales Zoologici 62: 789-807.

(*IF*₂₀₁₁ = 0,66, *IF*_{5-letni} = 0,601; pkt.₂₀₁₁ MNiSW: 15)

5] Maltz T. K., Sulikowska-Drozd A. Selfing and brooding in *Alinda biplicata* (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae) – life history traits of a good coloniser. **2014.** Animal Biology 64: 97-113.

(*IF*₂₀₁₄ = 0,597, *IF*_{5-letni} = 0,760; pkt.₂₀₁₄ MNiSW: 20)

6] Maltz T. K., Jędrzejowska I., Sulikowska-Drozd A. On the histology, ultrastructure and function of the sperмовiduct and free oviduct in egg-retaining door snails (Pulmonata: Clausiliidae). **2017.** Journal of Molluscan Studies 83: 172-185.

($IF_{2017} = 1,483$, $IF_{5-letni} = 1,455$; pkt.₂₀₁₄ MNiSW: 25)

Sumaryczny IF za publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego z roku opublikowania: **4,884**

Sumaryczny 5-letni IF: 5,216

Sumaryczna **liczba punktów MNiSW** za publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego z roku opublikowania: **110**

Sumaryczna **liczba cytowań** tych prac wg Web of Science: **51 (bez autocytowań: 26)**

Stan z dnia 05.04.2019

c) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

c1) Wprowadzenie – stan wiedzy na temat cykli życiowych świrdrzyków (Clausiliidae) jako przedstawicieli płucodysznych ślimaków lądowych (Pulmonata terrestria) w roku rozpoczęcia badań (2003)

Znajomość cykli życiowych oraz biologii rozrodu i rozwoju jest niezbędna zarówno do wnioskowania o filogenezie, jak również ma aspekt praktyczny, np. pozwala zaplanować odpowiednie zabiegi konserwatorskie w przypadku gatunków zagrożonych wyginięciem, podjąć odpowiednie działania wobec ślimaków będących szkodnikami upraw i czyniących szkody w magazynach żywności, a także przewidzieć (a w związku z tym odpowiednio działać, np. przez kontrolę transportu transgranicznego), jakie gatunki mogą stać się inwazyjnymi ze względu na te parametry cyklu życiowego, które umożliwiają osiedlanie się, przetrwanie i rozród w nowych środowiskach.

Do roku 2003 powstało kilka zbiorczych opracowań poświęconych biologii płucodysznych ślimaków lądowych (m. in. Frömming 1954; Peake 1978; Cain 1983; Tompa 1984; South 1992; Baur 1994, Heller 2001), w których brano pod uwagę różne parametry cyklu życiowego. Jednym z często przedstawianych i dyskutowanych parametrów są strategie rozrodu związane z: 1) liczbą produkowanego potomstwa i formami opieki lub ich brakiem (strategia r i K), 2) liczbą rozrodów osobnika w ciągu życia, bez względu na długość jego życia (semelparyczność – jeden rozród lub iteroparyczność – wiele rozrodów), 3) sposobem wydawania na świat potomstwa (jajorodność/retencja jaj/jajożyworodność/brooding) czy 4) rozrodem dwurodzicielskim i/lub jednorodzicielskim (samozapłodnienie vs. partenogeneza). Do innych parametrów można zaliczyć między innymi sezonowość rozrodu lub jej brak, strategie rozwoju (wzrost niezdeterminowany a wzrost zdeterminowany; uzyskanie dojrzałości płciowej w chwili uzyskania ostatecznych

rozmiarów; protandria a hermafrodytyzm równoczesny), zaloty i kopulację (obecność lub brak tańca godowego, kopulacja jednostronna/wzajemna, kopulacja z jednym partnerem lub z wieloma) czy długowieczność. Istotne są także parametry związane z produkowanym potomstwem: w przypadku ślimaków jajożyworodnych – liczba osobników w miocie, liczba miotów w sezonie, wielkość rodzonych młodych, składanie jaj i/lub rodzenie młodych; w przypadku zwierząt jajorodnych: rozmiary składanych jaj, stopień kalcyfikacji otoczek, liczba jaj w złożu, liczba złożów w sezonie, czas od złożenia jaj do wylęgu młodych, wylęg synchroniczny/asynchroniczny; natomiast w obu przypadkach: opieka nad potomstwem (np. zabezpieczanie złożów/miotów), przeżywalność młodych, tempo wzrostu, kanibalizm jaj/młodych osobników, uzyskanie przez osobniki potomne dojrzałości płciowej i zdolności do rozrodu.

Dostępnych do 2003 roku danych, choć świadczących o znacznym zróżnicowaniu cykli życiowych lądowych ślimaków płucodysznych, nie można jednak uznać za reprezentatywne dla całej grupy Gastropoda terrestria (jedynie 2% cykli życiowych tej grupy zwierząt jest dobrze poznana; dane szacunkowe – Heller 2001), bowiem odnoszą się one głównie do gatunków o znaczeniu gospodarczym dla człowieka (np. ślimaki z rodzaju *Helix* należące do Helicidae), czy szkodników (np. liczne gatunki ślimaków nagich należące do Limacidae, Arionidae, Milacidae czy Agriolimacidae), a także nosicieli endoparazytów (m.in. ślimaki nagie, Succinaeidae), a zatem przedstawicieli wybranych rodzin. Większość danych dostępnych w literaturze, dotyczących cykli życiowych ślimaków należących do innych rodzin, jest fragmentaryczna i dotyczy jedynie niektórych aspektów historii życiowych zaobserwowanych w hodowli lub podczas badań terenowych. Tylko w przypadku nielicznych gatunków istnieją opracowania w pełni poznanej biologii, np. *Vertigo pusilla*, *Arianta arbustorum*, *Lauria cylindracea*, *Helix lutescens*, *Discus rotundatus* czy *Helicodonta obvoluta* (m. in. Pokryszko 1990; Baur 1994 i literatura tam cytowana; Heller et al. 1997; Koralewska-Batura 1999; Kuźnik-Kowalska 1999; Maltz 2003a i b). Do ślimaków o słabo poznanej biologii rozrodu można zaliczyć także świdrzyki (Clausiliidae). Do 2003 roku nie było ani jednego w pełni poznanego i opisanego cyklu życiowego Clausiliidae, mimo że ślimaki te występują na czterech kontynentach, a rodzinę reprezentują liczne gatunki, np. w Polsce na 174 gatunki ślimaków lądowych przypadają 24 gatunki świdrzyków (Riedel 1988), natomiast w środkowej i zachodniej Europie występuje 51 gatunków (Kerney et al. 1983) [Nordsieck podaje 1316 opisanych gatunków na świecie – dane z 2007]. Prawdopodobnie wynika to z faktu, że Clausiliidae nie mają znaczenia gospodarczego, nie należą także do gatunków inwazyjnych. Okazało się jednak, na podstawie przeprowadzonych na przełomie XX i XXI wieku badań ekologicznych (Pokryszko et Cameron 2005), że **świdrzyki zamieszkujące lasy strefy umiarkowanej Europy są wyznacznikiem zachowania pierwotnego charakteru takich biotopów, a zmiany czynione w lasach czy wylesianie często są przyczyną wymierania tych**

ślimaków, np. w Polsce 54% gatunków Clausiliidae ma określony status ochronny (NT, VU, CR), a 20% to gatunki ściśle chronione (Wiktor et Riedel 2002).

Clausiliidae to rodzina płucodysznych ślimaków lądowych, o muszli wydłużonej, wrzecionowatej, przeważnie lewoskrętnej, zawierającej w otworze aparat zamykający (system listewek i fałdek) oraz wieczko (clausilium) – element muszli charakterystyczny dla tych zwierząt. Świdrzyki są hermafrodytyczne, jak wszystkie ślimaki płucodyszne. Są także długowieczne i iteroparyczne (Likharev 1962; Heller 2001). W przypadku ślimaków należących do tej rodziny dane literaturowe odnoszą się głównie do systematyki i anatomii ze szczególnym uwzględnieniem układu rozrodczego, a także morfologii muszli i rozmieszczenia (m.in. Dupuy 1847-1852, Moquin-Tandon 1855, Steenberg 1914, Likharev 1962, Nordsieck 1963, 1966, 1969, 1978, 1985, 1986, Tiller 1989, Shileyko 2000, Barker 2001, Wade et al. 2001), natomiast informacje o cyklach życiowych są dość skąpe i odnoszą się głównie do gatunków europejskich. W pracach Frömminga (1954) i Likhareva (1962) znajduje się podsumowanie ówczesnej wiedzy o biologii rozrodu świdrzyków, jednak dziś część informacji podawanych przez tych autorów jest nieaktualna (m.in. formułowanie ogólnych wniosków dotyczących biologii świdrzyków na podstawie fragmentarycznych danych czy określanie strategii rozrodu na podstawie preparacji układów rozrodczych zakonserwowanych okazów). W późniejszym czasie pojawiły się prace zawierające dane uzyskane na podstawie obserwacji laboratoryjnych, dotyczące wybranych parametrów cyklu życiowego, najczęściej strategii rozrodu dotyczących sposobu wydawania na świat potomstwa, tempa wzrostu i sezonu rozrodczego (m.in. Shileyko 1967; Baur 1990; Baur et Baur 1992; Bulman 1996), lub badań terenowych, dotyczących dynamiki populacji (m. in. Piechocki 1982; Baur et Baur 1991; Heller et Dolev 1994; Wirth et al. 1997; Bulman 1998; Kuźnik-Kowalska 1998; Giokas et Mylonas 2002). Mimo pojawienia się nowych informacji, danych o cyklach życiowych świdrzyków nie można uznać za kompletne (dotyczą jedynie 24 gatunków europejskich czy zachodniopalearktycznych z 1316 dotychczas opisanych). Informacje zebrane na podstawie dostępnej do 2003 roku literatury i zestawione tematycznie zawiera poniższa tabela:

TABELA. Parametry cyklu życiowego świdrzyków znane z literatury do 2003 roku

parametr	gatunki	źródło
strategia rozrodu	jajorodne: <i>Cochlodina laminata</i> , <i>Macrogastera plicatula</i> , <i>M. lineolata</i> , <i>Laciniaria plicata</i> , <i>Cristataria genezaretana</i> , <i>Albinaria coerulea</i> , <i>A. discolor</i> , <i>A. turrita</i> i <i>A. voithii</i> żyworodne: <i>Macrogastera ventricosa</i> , <i>Alinda biplicata</i> , <i>Balea perversa</i> , <i>Ruthenica filograna</i> , <i>Vestia elata</i> , <i>V. riloensis</i> , <i>Euxina tschetschenica</i> , <i>E. lessonae</i> , <i>Megaleuxina derasa</i> , <i>M. reulauxi</i> , <i>Filosa filosa</i> , <i>Quadriplicata</i>	Frömming 1954; Likharev 1962; Shileyko 1967, Piechocki 1982; Baur A.1990, Baur et Baur 1992; Baur B.1994;Heller et Dolev 1994, Wirth et al. 1997; Bulman 1998, Giokas et Mylonas 2002

ZAŁĄCZNIK 2A

	<i>quadriplicata</i> , <i>Mucronaria duboisi</i> , <i>M. pleuroptychia</i> , <i>M. gustavi</i>	
liczba młodych w miocie	<i>A. biplicata</i> (jednorazowo 1-11 młodych); <i>B. perversa</i> (młode rodzone pojedynczo, w ciągu życia 10-30 młodych)	Frömming 1954; Baur et Baur 1992
liczba jaj w złożu	<i>M. lineolata</i> (1-11) <i>C. laminata</i> (10-15), <i>A. coerulea</i> , <i>A. discolor</i> , <i>A. turrita</i> i <i>A. voithii</i> (5-8), <i>C. genezaretana</i> (5-11)	Frömming 1954; Heller et Dolev 1994; Giokas et Mylonas 2002
typ jaj	<i>C. genezaretana</i> – częściowo skalcyfikowane	Heller et Dolev 1994
rozmiar jaj (mm)	<i>M. lineolata</i> (1.9-2 x 0.8-1), <i>M. plicatula</i> (1-1.5), <i>C. genezaretana</i> (1), <i>C. laminata</i> (1.5)	Frömming 1954; Heller et Dolev 1994; Bulman 1996
czas od złożenia jaj do wylęgu (dni)	<i>M. lineolata</i> (19-34), <i>C. laminata</i> i <i>C. genezaretana</i> (27), 4 gatunki z rodzaju <i>Albinaria</i> (14-27)	Frömming 1954; Heller et Dolev 1994; Giokas et Mylonas 2002
czas rozrodu w ciągu roku	<i>C. laminata</i> (IV-V, IX) <i>M. plicata</i> (późnym latem), <i>M. lineolata</i> (VIII-X) <i>C. bidentata</i> (IX-X), <i>A. biplicata</i> – od czerwca do sierpnia (VI-VIII), <i>V. elata</i> (VI-VII, czasem do X) Grecja i Izrael: <i>C. genezaretana</i> , <i>A. coerulea</i> , <i>A. discolor</i> , <i>A. turrita</i> , <i>A. voithii</i> (X/XI-XII)	Frömming 1954; Piechocki 1982; Bulman 1996; Kuźnik-Kowalska 1998; Heller et Dolev 1994; Giokas et Mylonas 2002
czas wzrostu muszli	hodowla: <i>B. perversa</i> (3-4.5 miesiąca), <i>C. laminata</i> (3-12 miesięcy) teren: <i>V. elata</i> (ok. 2 lat) 4 gatunki <i>Albinaria</i> (2-3 sezony), <i>C. genezaretana</i> (ok. 11 lat)	Baur et Baur 1992; Bulman 1996; Piechocki 1982; Heller et Dolev 1994; Giokas et Mylonas 2002
długość życia w terenie	<i>V. elata</i> (ok. 8 lat), <i>C. genezaretana</i> (ok. 16 lat), <i>B. perversa</i> i ślimaki z rodzaju <i>Albinaria</i> (ok. 7 lat)	Piechocki 1982; Heller et Dolev 1994; Wirth et al. 1997; Giokas et Mylonas 2002
zdolność do samozapłodnienia	<i>B. perversa</i>	Wirth et al. 1997

Większość wskazanych powyżej danych pochodzi z obserwacji zwierząt w naturalnym środowisku. Podawano także sprzeczne informacje dotyczące strategii rozrodu, np. świdrzyk *B. perversa* jest jajożyworodny według Frömminga (1954) albo jajorodny – według Moquin-Tandona (1855), świdrzyk *A. biplicata* jest jajożyworodny według Frömminga (1954) czy Likhareva (1962), jednak według Likhareva w szczególnych warunkach środowiskowych staje się jajorodny, co także sygnalizują Fechter i Faulkner (1990, za Baurem 1994). Wykazano zatem, że: **1)** świdrzyki reprezentują dwie strategie rozrodu: jajorodność i jajożyworodność; **2)** gatunki jajożyworodne rodzą młode pojedynczo lub w miotach do 11 osobników, a ich muszle mają wysokość ok. 2 mm; gatunki jajorodne składają jaja częściowo skalcyfikowane, o rozmiarach 1-2 mm, pojedynczo lub w formie niewielkich złożów – do 15 jaj, z których po ok. 3 tygodniach wylęgają się młode osobniki; **3)** rozród odbywa się, w zależności od gatunku, wiosną, jesienią lub wiosną i jesienią, w przypadku świdrzyków z obszarów śródziemnomorskich – w czasie pory wilgotnej; **4)** wzrost muszli jest zdeterminowany i wynosi w laboratorium od 3 do 12 miesięcy, zaś w naturalnym środowisku – od 2 do 3 lat, a nawet 11 lat; **5)** świdrzyki są długowieczne i mogą żyć do 16 lat; **6)** rozród jest

przeważnie dwurodzicielski, odnotowano także rozród w wyniku samozapłodnienia (jeden gatunek).

Do 2003 roku informacje dotyczące morfologii i funkcji układu rozrodczego świrdrzyków można było znaleźć jedynie w dwóch artykułach (Steenberg 1914; Nordsieck 1985). Wiadomo było, że układ rozrodczy świrdrzyków jest hermafrodytyczny (zawiera gonadę obojnaczą jako celomatyczną część układu oraz jednocześnie męskie i żeńskie narządy płciowe jako część palialną), semitriauliczny (zawiera trzy częściowo połączone ze sobą kanały: autospermiduktu, allospermiduktu i jajowodu) i syntremiczny (jeden otwór płciowy jako wspólne ujście części męskiej i żeńskiej układu) (Steenberg 1914; Nordsieck 1985). U świrdrzyków retencja zarodków odbywa się głównie w wolnym jajowodzie, złożonym z dwóch kanałów: allospermiduktu i jajowego, i dolnej części spermowiduktu, złożonego z trzech kanałów (Steenberg 1914). Kanał jajowy i allospermidukt zbudowane są z warstwy komórek nabłonkowych, pod którą znajdują się komórki wydzielnicze – subepitelialne, natomiast autospermidukt składa się jedynie z warstwy nabłonkowej (Steenberg 1914). Morfologia układu rozrodczego na poziomie histologicznym jest jednak słabo poznana (Steenberg 1914), a interpretacja funkcji narządów gonoduktu bardzo ogólnikowa. Do 2003 roku brak informacji o ultrastrukturze narządów rozrodczych świrdrzyków.

W okolicach Wrocławia (głównie obszar pogórza i niższych partii górskich Sudetów) wykazano obecność 17 spośród 24 gatunków świrdrzyków występujących w Polsce (Riedel 1988; obserwacje własne na podstawie badań prowadzonych w ramach prac magisterskiej i doktorskiej). Cztery z nich: *Charpentieria ornata*, *Cochlodina costata*, *Macrogastra badia* i *B. perversa* zamieszkują jedynie Dolny Śląsk, gdzie mają pojedyncze stanowiska. Wymienione gatunki są także krytycznie zagrożone wyginięciem (CR) i objęte ścisłą ochroną prawną (Wiktor et Riedel 2002). Do rzadszych gatunków należą *Clausilia cruciata*, *C. parvula* i *Macrogastra tumida*, zaliczane do ślimaków bliskich zagrożenia (NT) (Wiktor et Riedel 2002). Z wyjątkiem *B. perversa* brak jakichkolwiek danych o cyklach życiowych wymienionych gatunków, zatem podjęcie sensownych zabiegów ochroniarskich, poza ochroną stanowisk, jest właściwie niemożliwe. Z tego powodu, oraz mając pewne doświadczenie w hodowli *Helicodonta obvoluta* - gatunku zagrożonego i chronionego (Maltz 2003a i b), rozpocząłem badania nad biologią przedstawicieli Clausiliidae. Nawiązałem także współpracę z dr hab. Anną Drozd z Katedry Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego, zajmującą się ekologią świrdrzyków karpackich (Sulikowska-Drozd 2005a i b), która w tym czasie podjęła badania nad biologią świrdrzyków zamieszkujących głównie Karpaty, przede wszystkim należących do rodzaju *Vestia*.

c2) Cel naukowy i uzyskane wyniki

Świdrzyki strefy umiarkowanej, głównie leśne (także gatunki występujące w Polsce), są uważane za wskaźnik naturalności zamieszkiwanych biotopów (Pokryszko et Cameron 2005). Im więcej stwierdzonych gatunków, tym bardziej zachowana pierwotna forma habitatu (istnienie dużej różnorodności mikrośrodków). Większość gatunków jest ściśle związana z lasami lub siedliskami imitującymi las (np. zarośla *Petasites*), często z określonymi mikrosiedliskami, jak ściółka, pnie drzew czy martwe drewno. Istnieją także gatunki o szerszej tolerancji ekologicznej (np. *A. biplicata*, *B. perversa*), spotykane w lasach, ale też w innych biotopach, jak łąki, parki miejskie, ruiny zamków i innych budowli, ogrody (Riedel 1988). W celu wyjaśnienia preferencji siedliskowych niezbędna jest znajomość cykli życiowych. Najlepszym sposobem poznania cykli jest częsta, systematyczna obserwacja zwierząt, a to jedynie umożliwia hodowla laboratoryjna. Pewne kwestie dotyczące biologii rozrodu i rozwoju można jedynie wyjaśnić dzięki badaniom anatomicznym, histologicznym i cytologicznym.

Prymarnym celem prowadzonych badań, na podstawie których powstał cykl wyżej wymienionych prac, było uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania:

- 1) Jakie parametry określają cykl życiowy świdrzyków i które z nich są charakterystyczne dla tych zwierząt?
- 2) Czy istnieją jedynie dwie, znane z literatury dotyczącej biologii Clausiliidae, strategie rozrodu związane z wydawaniem potomstwa na świat?
- 3) Jaka jest rzeczywista płodność świdrzyków w ciągu roku i całego życia oraz czy ma ona związek z reprezentowaną strategią rozrodu?
- 4) Czy istnieje ściśle określony sezon rozrodczy u tych ślimaków?
- 5) W którym okresie rozwoju ontogenetycznego świdrzyki uzyskują dojrzałość płciową i są zdolne do rozrodu?
- 6) Czy strategia rozrodu związana z produkcją potomstwa jest stała (zdeteminowana), czy też zależna od panujących warunków bytowania zwierząt?
- 7) Czy istnieją przystosowania w budowie i funkcji układu rozrodczego do retencji zarodków?

Pierwsza z cyklu praca: Maltz T.K., Sulikowska-Drozd A. 2008. Life cycles of clausiliids of Poland – knowns and unknowns. *Annales Zoologici* 58 (4): 857-880, powstała na bazie wyników obserwacji 15 gatunków świdrzyków: *Charpentieria ornata*, *Cochlodina laminata*, *C.*

orthostoma, *Macrogastera ventricosa*, *M. latestriata*, *M. tumida*, *Clausilia parvula*, *C. pumila*, *C. dubia*, *Alinda biplicata*, *Laciniaria plicata*, *B. stabilis*, *Vestia elata*, *V. gulo* i *V. turgida*, trzymany w hodowli laboratoryjnej, w stałych warunkach wilgotności i temperatury.

Wykazano, że u świdrzyków występują trzy strategie rozrodu: jajorodność (11 gatunków), jajożyworodność (1 gatunek) i trzecia, nie podawana w literaturze o biologii Clausiliidae strategia – retencja jaj (właściwie – retencja zarodków) (ang. egg retention), stwierdzona u 3 gatunków. **Świdrzyki zatem reprezentują trzy z czterech** znanych wśród Gastropoda terrestria **strategii rozrodu** (znane są także przypadki żyworodności, vide Tompa 1984; South 1992; Baur 1994, Heller 2001). Według Blackburna (1999) termin jajożyworodność jest niejednoznaczny, należy zatem tę strategię określić mianem żyworodności lecytotroficznej (źródłem pokarmu dla rozwijającego się zarodka jest żółtko zdeponowane w cytoplazmie oocyty), a typową żyworodność – mianem żyworodności matrotroficznej (rodzic dostarcza pokarm przez cały okres rozwoju zarodków znajdujących się w jego organizmie), w związku z tym termin żyworodność odnosi się do rodzenia młodych bez względu na sposób odżywiania zarodków. Ponieważ znane są wśród ślimaków lądowych przypadki, że w zależności od warunków środowiskowych zwierzęta składają jaja lub rodzą młode, często stosuje się termin brooding (Heller 1993), który określa strategię rozrodu, gdy rozwój embrionalny w całości lub częściowo zachodzi w organizmie rodzica, w układzie rozrodczym lub poza tym układem. Stwierdzono także, że *M. ventricosa* jest typowo jajorodnym ślimakiem, a podawane w literaturze informacje o jego jajożyworodności należy uznać za błędne (Frömming 1954; Likharev 1962; Shileyko 1967).

Zaobserwowano, że jajorodne świdrzyki (rozmiar muszli między 6 a 24 mm) składają jednorazowo od 1 do kilkunastu jaj, co jest typowe dla ślimaków o średnim rozmiarze, bowiem, według Hellera (2001), formy drobne (do 5 mm) składają jaja pojedynczo, natomiast złoża ślimaków dużych (> 25 mm) zawierają od kilkunastu do kilkudziesięciu, a nawet powyżej 100 jaj (Heller 2001). Liczba złożów jajowych w ciągu roku wynosiła od jednego do trzech. Jajożyworodny świdrzyk *A. biplicata* jednorazowo rodził od 1 do 7 młodych, a w ciągu roku produkował od 2 do 5 miotów. Jaja świdrzyków były częściowo skalcyfikowane (zawierały 2 otoczki: wewnętrzną, z kryształkami węglanu wapnia, i zewnętrzną – bez kryształków). Nie stwierdzono jaj w pełni skalcyfikowanych czy nieskalcyfikowanych, które są składane przez inne gatunki ślimaków płucodysznych (Tompas 1984). Odnotowano także, że świdrzyki jajorodne, w zależności od gatunku, wykazywały preferencje miejsc deponowania złożów (kępki mchu lub kawałki drewna z korą czy miejsca pod kamieniami), mimo że bytowały w warunkach stałej wilgotności i temperatury. Okazało się zatem, że instynktownie chroniły złoża, jak to czynią w naturalnym środowisku występowania. Takie zachowania zostały zinterpretowane jako forma opieki nad potomstwem, obserwowanej u licznych gatunków płucodysznych ślimaków lądowych (Tompas 1984; Heller

2001), gdyż jaja ślimaków, bez względu na stopień skalcyfikowania, nie są odporne na wysychanie. Wskazuje to także na związek danego gatunku z określonym mikrosiedliskiem (np. gatunki związane z martwym drewnem, którego eliminacja przyczynia się do ich wymierania, vide Maltz 2003b).

Stwierdzono, że świrdrzyki rozmnażały się w hodowli przez cały rok, jednak, niezależnie od gatunku, wykazywały nasilenie rozrodu wiosną (III-V) i jesienią (VIII-X), zaobserwowano więc sezonowość rozrodu pomimo przebywania zwierząt w stałej temperaturze i wilgotności. Pojawił się zatem nowy problem badawczy: co sprawia, że dochodzi do dwukrotnego nasilenia rozrodu w ciągu sezonu?

Wykazano, że uzyskanie ostatecznych rozmiarów muszli nie wiąże się z osiągnięciem dojrzałości płciowej świrdrzyków. Zwierzęta, mimo sprzyjających warunków, najwcześniej przystępowały do rozrodu ok. 5-8 miesięcy po zakończeniu wzrostu muszli z w pełni wykształconym aparatem zamykającym. Wyniki sekcjonowania osobników stadiów młodocianych, stadium rozbudowy aparatu zamykającego i miesiąc po uzyskaniu ostatecznych wymiarów wykazały niedojrzałość układu rozrodczego. Stwierdzono, że układ rozrodczy był całkowicie rozwinięty po trzech miesiącach od ostatecznego uformowania muszli. Dotychczas, spośród zbadanych pod tym względem płucodysznych ślimaków lądowych, znane były gatunki, które wraz z osiągnięciem ostatecznych wymiarów muszli miały całkowicie rozwinięty układ rozrodczy i były dojrzałe płciowo – podejmowały rozród, oraz takie, które rosły przez całe życie i w pewnym momencie rozwoju ontogenetycznego dojrzewały i rozmnażały się (m. in. Baur 1994; Koralewska-Batura 1999; Kuźnik-Kowalska 1999; Maltz 2003a). Okazało się, że wyjaśnienie tego zjawiska wymaga dalszych badań, głównie anatomicznych i histologicznych.

Podsumowanie 1:

- 1) Na podstawie kilkuletnich obserwacji w hodowli laboratoryjnej określono parametry cyklu życiowego świrdrzyków oraz przeprowadzono analizę porównawczą historii życiowych 15 gatunków. Typowymi cechami cyklu życiowego świrdrzyków są: zdeterminowany wzrost, iteroparyczność, długowieczność, sezonowość rozrodu i zakończenie wzrostu muszli bez uzyskania dojrzałości płciowej.
- 2) Świrdrzyki reprezentują trzy strategie rozrodu: jajorodność, retencję zarodków oraz jajożyworodność (żyworodność lecytotroficzną), przy czym najpowszechniejsza jest jajorodność.

- 3) Świdrzyki są ślimakami o niewielkiej płodności rzeczywistej w ciągu sezonu rozrodczego. Ich iteroparyczność i długowieczność stwarzają duże szanse na osiągnięcie znacznego sukcesu rozrodczego w ciągu życia.
- 4) Świdrzyki jajorodne składają częściowo skalcyfikowane jaja, a złoża deponują w różnych mikrosiedliskach, co jest przejawem opieki nad potomstwem; zubożanie naturalnych siedlisk przez eliminację określonych mikrośrodków, a także stosunkowo niska płodność przyczyniają się do wymierania tych zwierząt (spośród 15 obserwowanych gatunków 6 to ślimaki narażone NT, 1 – zagrożony VU i dwa – krytycznie zagrożone CR).
- 5) Świdrzyki wykazują dwukrotne nasilenie rozrodu w ciągu sezonu.
- 6) Osobniki po zakończeniu wzrostu muszli przystępują do rozrodu z kilkumiesięcznym opóźnieniem.
-

Drugą pracą z omawianego cyklu jest: **Maltz T.K., Sulikowska-Drozd A. 2010. Circannual Gonad Activity in two Species of the Genus *Vestia* P. Hesse (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae). Annales Zoologici (Warszawa), 60(3): 469-481**, która powstała w wyniku przeprowadzenia szczegółowych badań histologicznych nad aktywnością dojrzałej gonady obojnaczej dwóch wcześniej hodowanych w laboratorium świdrzyków: *V. gulo* i *V. turgida*. Celem badań było wyjaśnienie sezonowości rozrodu świdrzyków. Do badań wybrano te gatunki, których cykle życiowe zostały szczegółowo poznane (Sulikowska-Drozd 2008), a dynamika ich populacji w naturalnym środowisku była badana w tym samym czasie i możliwe było comiesięczne sprowadzanie zwierząt do laboratorium (Sulikowska-Drozd 2011). Na podstawie analizy preparatów (ok. 1000 sztuk) z seryjnymi skrawkami parafinowymi gonady, barwionymi hematoksyliną i eozyną, uzyskanymi z 137 gruczołów obojnaczych pochodzących z dorosłych i dojrzałych zwierząt (lata 2006-2009), ustalono, że aktywność dojrzałej gonady była podobna u obu badanych gatunków i pokrywała się z ich aktywnością rozrodczą w naturalnym środowisku. Zaobserwowano, że spermatocytogeneza (powstawanie spermatocytów i spermatyd) zachodziła w gonadach przez cały rok, a spermiogeneza (powstawanie plemników ze spermatyd) trwała od wczesnej wiosny do jesieni, z nasileniem od maja do października, co świadczyło o tym, że ślimaki były gotowe do kopulacji przez cały sezon wegetacyjny. Retencję jaj i ich składanie obserwowano od wiosny do wczesnej jesieni (VIII/IX), głównie w V-VI i VIII, co pokrywało się z obecnością w gonadzie dojrzałych oocytów witelogenicznych. Okazało się, że pula oocytów wzrastających i we wstępnej fazie witelogenezy pojawiała się późnym latem i jesienią, w październiku były obecne też

oocyty witelogeniczne. Taki obraz był zachowany do przełomu lutego i marca (czas spoczynku zimowego), a wraz z rozpoczęciem nowego sezonu wegetacyjnego pojawiały się, początkowo pojedyncze, dojrzałe oocyty witelogeniczne. Zatem sezonowość rozrodu i nasilenie się tego procesu dwukrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego było podyktowane okresowym pojawianiem się puli dojrzałych oocytów witelogenicznych. Liczba przypadających na gonadę dojrzałych oocytów wynosiła od kilku do kilkunastu, zatem można przypuszczać, że płodność potencjalna jest zbliżona do rzeczywistej.

Dane literaturowe wskazują, że szereg czynników ma istotny wpływ na przebieg procesów związanych z rozrodem płucodysznych ślimaków lądowych. Są to czynniki abiotyczne, m. in. światło, wilgotność czy temperatura (czynniki środowiskowe), oraz wewnętrzne, jak procesy metaboliczne związane z okresowym spoczynkiem (hibernacja/estywacja), czy regulacja neurohormonalna (Gomot de Vaufleury 2001). W przypadku świrdrzyków pozyskiwanych z naturalnego środowiska i pochodzących z hodowli pojawianie się puli dojrzałych oocytów decyduje o nasileniu rozrodu, jednak w naturalnym środowisku wytworzenie takiej puli jest ograniczane przez niekorzystne warunki, które spowalniają procesy metaboliczne zachodzące w zwierzętach (zwierzęta zmiennocieplne). W hodowli, w warunkach stałej wilgotności i temperatury oraz stałego dostępu do pożywienia wytworzenie nowego pokolenia oocytów odbywa się bez zakłóceń, jednak wymaga czasu potrzebnego na zgromadzenie substancji zapasowych w cytoplazmie oocytu (witelogenezę) i najprawdopodobniej to decyduje o sezonowości rozrodu w takich warunkach.

Podsumowanie 2:

- 1) U dorosłych i dojrzałych płciowo świrdrzyków w gonadzie obecne są komórki linii płciowej męskiej (spermatogonia, spermatocyty, spermatydy i plemniki) i żeńskiej (oogonia i oocyty w różnych stadiach rozwojowych); obserwuje się zatem hermafrodytyzm równoczesny.
- 2) Pula dojrzałych oocytów witelogenicznych, okresowo pojawiających się w gonadzie w ciągu sezonu wegetacyjnego, sprawia, że świrdrzyki wykazują nasilenie rozrodu wiosną i jesienią, przy czym w naturalnym środowisku wytworzenie takiej puli jest ograniczane przez niekorzystne warunki, które spowalniają procesy metaboliczne zachodzące w zwierzętach.
- 3) Liczba dojrzałych oocytów witelogenicznych obserwowana w gonadzie w danym sezonie rozrodczym określa płodność potencjalną świrdrzyków, która jest zbliżona do płodności rzeczywistej tych zwierząt.
- 4) Badania nad aktywnością dojrzałej gonady w cyklu rocznym są pionierskie w przypadku ślimaków Clausiliidae i stanowią cenne uzupełnienie wiedzy na temat biologii tych zwierząt.

W kolejnej pracy: **Maltz T.K., Sulikowska-Drozd A. 2011. Delayed Maturation in the Genus *Vestia* P. Hesse (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae): a Model for Clausiliid Lifecycle Strategy. *Journal of Molluscan Studies* 77: 41-53**, przedstawiono zagadnienia dotyczące sposobu i czasu dojrzewania świdrzyków w trakcie ich ontogenezy. Wcześniej zaobserwowano u 15 gatunków hodowanych świdrzyków kilkumiesięczną przerwę między uzyskaniem ostatecznych wymiarów muszli z rozbudowanym aparatem zamykającym a przystępowaniem zwierząt do rozrodu. Przeprowadzono zatem badania anatomiczne i histologiczne dotyczące rozwoju gonady i całego układu rozrodczego ślimaków w młodszych stadiach rozwojowych, w stadium rozbudowy aparatu zamykającego oraz trzech stadiach dorosłych: miesiąc, dwa miesiące i trzy miesiące po uzyskaniu przez zwierzęta ostatecznych wymiarów muszli. Ślimaki *V. gulo* i *V. turgida* pochodziły z hodowli laboratoryjnej. Do badań anatomicznych posłużono się 130 osobnikami, natomiast gonadę pozyskano z 145 osobników obu gatunków (wykonanie i analiza 1015 preparatów mikroskopowych). Okazało się, że najszybciej rozwijającym się narządem była gonada obojnacza. Początkowo zawierała jedynie spermatogonia i oogonia, w miarę wzrostu młodocianych ślimaków pojawiały się w niej spermatocyty i pojedyncze, małe, niedojrzałe oocyty. U ślimaków w stadium rozbudowy ostatniego skrętu i aparatu zamykającego w gonadzie obserwowano pierwsze wzrastające oocyty prewitelogeniczne, liczniejsze spermatocyty, pierwsze spermatydy, a nawet pierwsze pakiety plemników. Dopiero trzy miesiące po zakończeniu wzrostu muszli obserwowano w gonadach liczne pakiety plemników oraz oocyty we wstępnej fazie witelogenezy. W przypadku pozostałych narządów układu rozrodczego ślimaków w stadiach młodocianych układ ten był jedynie systemem drobnych przewodów (zawiązki zasadniczych narządów), natomiast u świdrzyków w stadium rozbudowy aparatu zamykającego stwierdzono początki rozwoju narządów rozrodczych męskich i żeńskich, które ostatecznie rozwinęły się u zwierząt w stadiach dorosłych - trzymiesięcznych, sprawiając, że układ rozrodczy można było uznać za w pełni rozwinięty.

Dotychczas wiadomo było, że ślimaki o zdeterminowanym wzroście muszli wraz z osiągnięciem ostatecznych wymiarów uzyskują pełną zdolność do rozrodu – są dojrzałe płciowo (m.in. Baur 1984 i literatura tam cytowana; Pokryszko 1990, Koralewska-Batura 1994, 1999; Maltz 2003 a, b, Mazurkiewicz et Pokryszko 2005). Według Likhareva (1962) podobnie miałyby być u świdrzyków. Przedstawione wyniki badań nie potwierdzają poglądu Likhareva, bowiem świdrzyki reprezentują odmienną strategię rozwoju: opóźnione dojrzewanie względem wzrostu muszli. Istnienie takiej strategii rozwoju można zinterpretować w następujący sposób: wcześniejszy wzrost i późniejsze dojrzewanie może prawdopodobnie mieć związek z obecnością aparatu zamykającego i zmianą kształtu muszli podczas jego budowy (ze stożkowatej na długą, wrzecionowatą). Elementy aparatu zamykającego (system fałdek i listewek obecnych w otworze muszli) pełnią istotne funkcje

przy stabilizacji dorosłej muszli podczas przemieszczania się zwierzęcia (wąska, wrzecionowata muszla jest dużo większa, niemal dwukrotnie, od wysuniętych na zewnątrz głowy i nogi). Elementy te ułatwiają zachowanie koordynacji ruchowej poprzez odpowiednie wywinięcie płaszcza i układ mięśni, niwelują ucisk na narządy kompleksu palialnego i przewody umożliwiające właściwe funkcjonowanie organizmu (szczególnie istotne są wymiana gazowa oraz pobieranie pokarmu). Stąd wniosek, że zwierzęta inwestują zasoby energetyczne we wzrost, a po uzyskaniu ostatecznych wymiarów muszli – w rozwój układu rozrodczego i rozród.

Podsumowanie 3:

- 1) U świrdrzyków układ rozrodczy jest w pełni dojrzały około 3 miesięcy po zakończeniu wzrostu muszli.
 - 2) Świrdrzyki reprezentują odmienną, nie spotykaną u innych płucodysznych ślimaków lądowych, strategię rozwoju: opóźnione dojrzewanie względem wzrostu muszli.
 - 3) Strategia rozwoju Clausiliidae polega na czasowym rozdzieleniu kosztów związanych ze wzrostem zwierząt i rozwojem układu rozrodczego, czego nie obserwuje się u ślimaków stosujących strategię równoczesnego wzrostu i dojrzewania.
 - 4) Taka strategia rozwoju, którą można uznać za modelową dla świrdrzyków, nie była dotąd notowana w literaturze.
-

Czwartą pracą z cyklu jest: **Maltz T.K., Sulikowska-Drozd A. 2012. Life history of *Alinda biplicata* (Montagu, 1803) (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae) based on five-year laboratory observations. *Annales Zoologici*, 62: 789-807** i dotyczy rezultatów uzyskanych w wyniku szczegółowych badań prowadzonych w hodowli laboratoryjnej na *A. biplicata*.

Świrdrzyki *A. biplicata* obserwowano przez 5 lat w laboratorium. Osobniki były trzymane w parach i większych grupach. Na podstawie przeprowadzonych badań określono, że: *A. biplicata* reprezentowała, podobnie jak badane pod tym względem świrdrzyki z rodzaju *Vestia*, strategię opóźnionego dojrzewania względem wzrostu muszli (rozród po 5-6 miesiącach od uzyskania ostatecznych wymiarów); na podstawie sekcjonowania zwierząt i obserwacji wydawania na świat potomstwa ślimak okazał się typowo jajożyworodny (żyworodność lecytotroficzna), a zarodki przetrzymywane były przez cały okres rozwoju prenatalnego w wolnym jajowodzie (od 3 do 15 zarodków) (często tę część określa się mianem macicy). Nie stwierdzono składania jaj, a liczba młodych w pojedynczym miocie wynosiła 1-8. W ciągu roku ślimaki wydawały na świat 2-30

młodych w 2-9 miotach. Określono także tempo wzrostu muszli i przeżywalność młodych (parametry okazały się zależne od zagęszczenia), a także długość życia ślimaków w hodowli (2-4 lata). Ustalono, że wzrost stanowił do 12% czasu życia, dojrzewanie – do 14%, natomiast okres aktywności rozrodczej – do 83%. Na podstawie cech cyklu życiowego omawiany gatunek jest najbardziej podobny do *V. turgida* (Sulikowska-Drozd 2009), jednak w przypadku *V. turgida* odnotowywano składanie jaj z bardzo zaawansowanymi w rozwoju zarodkami, a po 1-2 dniach obserwowano wylęg młodych.

Podsumowanie 4

- 1) *Alinda biplicata* jest gatunkiem typowo jajożyworodnym (żyworodność lecytotroficzna), nie zaobserwowano składania jaj przez osobniki trzymane w parach lub większych grupach.
 - 2) *A. biplicata* jest świdrzykiem długowiecznym, iteroparycznym, z opóźnionym dojrzewaniem względem wzrostu muszli, żyjącym w hodowli ok. 4 lat, z czego 83% czasu życia przypada na aktywność rozrodczą.
-

Piąta z cyklu praca to: **Maltz T.K., Sulikowska-Drozd A. 2014. Selfing and brooding in *Alinda biplicata* (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae) – life history traits of a good coloniser. *Animal Biology*, 64: 97-113.** Celem badań było wykazanie, dlaczego *A. biplicata* ma szersze rozmieszczenie i znaczniejszą tolerancję ekologiczną niż większość gatunków Clausiliidae z umiarkowanej strefy klimatycznej.

W wyżej wymienionej pracy przedstawiono wyniki uzyskane na podstawie obserwacji ślimaków izolowanych we wczesnych stadiach rozwojowych, które później nie miały kontaktu z osobnikami własnego gatunku. Podczas prowadzonych badań skoncentrowano uwagę na aspektach dotyczących zmiany strategii rozrodu *A. biplicata*. Obserwacje prowadzono przez dwa lata od momentu uzyskania przez zwierzęta ostatecznych wymiarów muszli. Wykazano, że hodowane ślimaki były zdolne do rozrodu jednorodzicielskiego. W pierwszym sezonie rozmnożyło się 63% świdrzyków, po 7-9 miesiącach od zakończenia wzrostu muszli. Oprócz rodzenia młodych zwierzęta produkowały także mioty mieszane i składały jaja (przezroczyste, bez widocznych w środku zarodków), jednak nie zaobserwowano wylęgu młodych z jaj (jaja ulegały rozkładowi, a w miotach mieszanych były zjadane przez urodzone ślimaki). Na początku drugiego sezonu losowo wybrano 10 ślimaków (rozmnażających się i tych, które nie przystąpiły do rozrodu) do badań anatomicznych układu rozrodczego i badań histologicznych gonady. Wszystkie osobniki miały rozwinięty układ rozrodczy. U części z nich stwierdzono w macicy obecność jaj i/lub zarodków w

osłonkach. W każdej z przebadanych gonad znajdowały się oocyty w różnych stadiach rozwoju oraz spermatocyty, spermatydy i dojrzałe plemniki. W drugim sezonie z pozostałych w hodowli ślimaków rozmnożyło się 70%, a w stosunku do pierwszego sezonu zmniejszyła się liczba złoż i miotów mieszanych na rzecz miotów zawierających jedynie młode. Wykazano zatem, że *A. biplicata* mogła zmienić strategię rozrodu związaną ze źródłem gamet – z rozrodu dwurodzicielskiego na jednorodzicielski, natomiast nie zmieniła strategii związanej ze sposobem wydawania na świat potomstwa, mimo przebywania w szczególnie korzystnych warunkach. Podobnie jak u *A. biplicata* zdolność do rozrodu jednorodzicielskiego stwierdzono także u innego jajożyworodnego świrdzyka, *B. perversa* (Wirth et al., 1997; Baur et Baur, 2000). Wykazano jednak, że *B. perversa* rozmnaża się głównie jednorodzicielsko, bez względu na zagęszczenie, i zawsze rodzi młode, w odróżnieniu od *A. biplicata*, u której samozapłodnienie jest jedynie alternatywną formą rozrodu w sytuacji braku partnera do kopulacji. Składanie jaj przez *A. biplicata* obniża sukces rozrodczy tych zwierząt, z drugiej zaś strony, w sytuacji, gdy pojawiają się mioty mieszane, młode zyskują dodatkowe pożywienie, co zwiększa ich szanse na przetrwanie. Podobne zjawisko obserwowano u jajorodnej *Arianta arbustorum* – z wielojajowych złoż powstałych w wyniku samozapłodnienia wylęgało się jedynie 1-2% ślimaków, jednak pozostałe jaja stanowiły obfity pokarm i przyczyniały się do szybszego wzrostu młodych (Chen 1994). Zdolność do samozapłodnienia i jednocześnie jajożyworodność są uznawane za cechy ułatwiające kolonizację nowych obszarów (Heller 2001), zatem zwiększenie zasięgu zwierzęcia. Jajożyworodność dodatkowo sprawia, że ślimaki mogą zasiedlać środowiska uboższe w mikrośrodowiska niezbędne do zabezpieczania złoż jajowych, co uznano za większą tolerancję ekologiczną gatunku. Jajożyworodność i jednoczesna zdolność do samozapłodnienia, zaobserwowane u *A. biplicata*, ułatwiają zrozumienie, dlaczego w obrębie naturalnego zasięgu może występować także w środowiskach antropogenicznych, np. w miastach Europy Środkowej jest gatunkiem diagnostycznym dla obszarów o zwartej zabudowie i ogrodów przydomowych (Lososová et al. 2011). Z drugiej strony jego stanowiska w Anglii, północno-wschodniej Francji czy południowej Skandynawii są efektem zwiększania zasięgu za pośrednictwem człowieka (Kerney 1999).

Podsumowanie 5:

1) Świdrzyki *Alinda biplicata* rozmnażają się głównie dwurodzicielsko, jednak w sytuacji braku partnera do kopulacji są zdolne do rozrodu jednorodzicielskiego.

2) Jajożyworodność i zdolność do samozapłodnienia sprzyjają kolonizacji nowych obszarów, nawet gorszych jakościowo niż naturalne lasy liściaste i mieszane (typowe środowisko dla większości świrdrzyków umiarkowanej strefy klimatycznej), co wyjaśnia szeroki zasięg tego gatunku w Europie i znaczną tolerancję ekologiczną.

Ostatnią pracą z prezentowanego cyklu jest: **Maltz T. K., Jędrzejowska I., Sulikowska-Drozd A. 2017. On the histology, ultrastructure and function of the spermoviduct and free oviduct in egg-retaining door snails (Pulmonata: Clausiliidae). Journal of Molluscan Studies 83: 172-185**, celem której było wyjaśnienie, czy istnieją przystosowania w budowie i funkcji układu rozrodczego do retencji zarodków. Podjęto zatem badania nad morfologią spermowiduktu i wolnego jajowodu trzech gatunków świrdrzyków różniących się strategią rozrodu: *L. plicata* (jajorodność), *V. gulo* (retencja zarodków) i *A. biplicata* (jajożyworodność = żyworodność lecytotroficzna).

Na podstawie przeprowadzonych badań anatomicznych układu rozrodczego omawianych gatunków wykazano, że układy miały podobną budowę, a różnica dotyczyła jedynie długości wolnego jajowodu względem długości spermowiduktu (świdrzyki z retencją zarodków miały ten narząd dłuższy). Pod względem histologicznym i ultrastrukturalnym nie wykazano różnic w budowie i funkcji komórek i tkanek składających się na spermowidukt, natomiast stwierdzono takie różnice w przypadku allospermiduktu w wolnym jajowodzie u świrdrzyka jajorodnego i świrdrzyków z retencją zarodków. Komórki subepitelialne allospermiduktu miały inną budowę i zawartość. W przypadku *A. biplicata* i *V. gulo* komórki te zawierały w cytoplazmie liczne ziarna, tworzące układ pęcherzyków z elektronowogęstą wydzieliną, a także rozbudowany aparat Golgiego. Ich zawartość wraz z organellami wydzielana była do światła kanału, w związku z czym widoczne były liczne degenerujące komórki (komórki były bardzo podobne do tych, obserwowanych w prostacie). W przypadku jajorodnego świrdrzyka *L. plicata* w cytoplazmie tych komórek widoczne były: śluz, krople lipidowe i liczna ziarna glikogenu (komórki przypominały budową i zawartością komórki śluzowe ściany kanału jajowego w spermowidukcie i wolnym jajowodzie). Zawartość tych komórek również trafiała do światła allospermiduktu wraz z organellami. Przeprowadzone badania ukazały nowe funkcje, jakie może pełnić allospermidukt. Dotychczas uważano, że uczestniczy on jedynie w transporcie allospermy z torebki kopulacyjnej do pęcherzyka jajowo-nasiennego, gdzie następuje zapłodnienie komórek jajowych (Nordsieck 1985; Gómez 2001). Okazało się, że allospermidukt może pełnić funkcję narządu akumulującego glikogen i lipidy, co zaobserwowano u *L. plicata*, które po wydzieleniu do światła tego organu są transportowane do torebki kopulacyjnej, następnie trawione i wchłaniane do hemolimfy, czy, jak w przypadku *V. gulo* i *A. biplicata*, odgrywa istotną

rolę w retencji zarodków z częściowo skalcyfikowanymi osłonami. Wydzieliny komórek subepitelialnych (podobnie jak komórek prostaty) zawierają głównie proteiny, które po przedostaniu się do kanału jajowego najprawdopodobniej tworzą koloid mający wpływ na stopień uwodnienia przetrzymywanych jaj (ich osłonki są przepuszczalne dla wody; przy znacznym uwodnieniu jaj doszłoby do zwiększenia ich objętości i rozerwania ściany kanału jajowego). Regulacja przepływu wody przez osłonki oparta jest najprawdopodobniej na mechanizmie związanym z ciśnieniem onkotycznym (koloidalnym ciśnieniem osmotycznym).

Podsumowanie 6:

- 1) Pod względem anatomicznym układ rozrodczy świrzyków różniących się strategią rozrodu ma podobną budowę, różnice dotyczą jedynie długości wolnego jajowodu, w którym odbywa się retencja zarodków.
 - 2) U świrzyków jajorodnych allospermidukt w wolnym jajowodzie, oprócz transportu plemników uzyskanych od partnera, może pełnić funkcję narządu akumulującego zapasowe składniki odżywcze (lipidy, glikogen).
 - 3) U świrzyków z retencją zarodków allospermidukt odgrywa kluczową rolę w tworzeniu środowiska w świetle kanału jajowego, które zapewnia optymalne warunki do przetrzymywania i rozwoju zarodków.
 - 4) Wykazanie zależności między jajożyworodnością a nowymi funkcjami allospermiduktu jest pierwszą w literaturze światowej próbą wyjaśnienia mechanizmów związanych z retencją zarodków u płucodysznych ślimaków lądowych.
-

Generalne podsumowanie cyklu prac stanowiących osiągnięcie naukowe

Przedstawione powyżej prace poświęcone poznaniu cykli życiowych i biologii rozrodu ślimaków z rodziny Clausiliidae pozwoliły na sformułowanie kilku kluczowych wniosków:

- 1] **Typowe parametry cyklu życiowego świrzyków to: zdeterminowany wzrost, iteroparyczność, długowieczność, sezonowość rozrodu i zakończenie wzrostu muszli bez uzyskania dojrzałości płciowej.**
- 2] **Świrzyki reprezentują trzy strategie rozrodu: jajorodność, jajożyworodność (żyworodność lecytotroficzną) oraz nienotowaną w literaturze do 2003 roku strategię retencji**

zarodków, która stanowi u różnych gatunków z krótką i długą retencją zarodków kontinuum między typową jajorodnością a typową żyworodnością.

3] Świdrzyki są ślimakami o niewielkiej płodności rzeczywistej w ciągu sezonu rozrodczego bez względu na strategię rozrodu, przy czym gatunki jajorodne składają jednorazowo więcej jaj niż gatunki z retencją zarodków, jednak te drugie dzięki retencji zapewniają potomstwu większe szanse na przeżycie (zaawansowane w rozwoju zarodki lub w pełni rozwinięte młode zdolne do samodzielnego żerowania). Iteroparyczność i długowieczność stwarzają duże szanse na osiągnięcie znacznego sukcesu rozrodczego w ciągu życia ze względu na możliwość wielokrotnego rozrodu.

4] Świdrzyki zarówno w hodowli jak i w naturalnym środowisku wykazują nasilenie rozrodu dwukrotnie w ciągu roku, przy czym w terenie jest to wyraźniej widoczne. W obu przypadkach o sezonowości decyduje pojawiająca się w gonadzie pula dojrzałych oocytów witelogenicznych, jednak jej wytworzenie przez zwierzęta bytujące w naturalnym środowisku jest ograniczane przez niekorzystne warunki, które spowalniają procesy metaboliczne zachodzące w zwierzętach.

5] Świdrzyki reprezentują odmienną, niespotykaną u innych płucodysznych ślimaków lądowych, strategię rozwoju: opóźnione dojrzewanie względem wzrostu muszli. Strategia wzrostu Clausiliidae polega na czasowym rozdziale kosztów związanych ze wzrostem zwierząt i rozwojem układu rozrodczego, co jest spowodowane rozmiarem i kształtem muszli dorosłych osobników, a zatem związane z rozwojem elementów stabilizujących muszlę podczas aktywności dorosłych świdrzyków.

6] Świdrzyki mają ustalone (zdeteminowane) strategie rozrodu związane z produkcją potomstwa bez względu na panujące warunki środowiskowe, natomiast w sytuacji braku partnera do kopulacji mogą rozmnażać się przez samozapłodnienie (źródłem gamet jest jeden osobnik). Zmiana rozrodu z dwurodzicielskiego na jednorodzicielski jest jedynie alternatywną formą rozrodu w wyjątkowych okolicznościach.

7] Świdrzyki z retencją zarodków (retencja odbywa się głównie w wolnym jajowodzie) mają dłuższy jajowód w stosunku do świdrzyków jajorodnych. Allospermidukt jako część wolnego jajowodu nie służy jedynie do transportu obcych plemników z torebki kopulacyjnej do pęcherzyka jajowo-nasiennego. U świdrzyków jajorodnych może pełnić funkcję narządu akumulującego zapasowe składniki odżywcze, natomiast u świdrzyków z retencją zarodków odgrywa kluczową rolę w tworzeniu środowiska w świetle kanału jajowego, które zapewnia optymalne warunki do przetrzymywania i rozwoju zarodków.

c3) Podsumowanie uzyskanych wyników ze wskazaniem ich ewentualnego wykorzystania

Ustalenie kluczowych parametrów cykli życiowych, strategii rozrodu, strategii rozwoju, płodności potencjalnej i rzeczywistej, a także opisanie na poziomie histologicznym i ultrastrukturalnym budowy i funkcji narządów ważnych dla rozrodu świdrzyków oraz próba wyjaśnienia pewnych mechanizmów związanych z sezonowością rozrodu i zdolnością do retencji zarodków w istotny sposób poszerza wiedzę na temat tej grupy zwierząt.

Pewne aspekty biologii świdrzyków, m.in. **opóźnione dojrzewanie względem wzrostu muszli, sezonowość rozrodu, preferencje mikrośrodków w związku z przebywaniem zwierząt czy deponowaniem złożeń, stosunkowo niska płodność w ciągu sezonu rozrodczego**, poznane dzięki przeprowadzonym badaniom, umożliwiają wyjaśnienie kwestii, dlaczego pewne gatunki świdrzyków są rzadkie, bliskie zagrożenia lub grozi im wyginięcie, a inne są reprezentowane przez liczne populacje, często spotykane w naturalnym środowisku, a także kolonizujące obszary przekształcone przez człowieka. Takie informacje są np. przydatne przy planowaniu zabiegów ochronnych (ustanawianie obszarów chronionych, aktywna ochrona populacji) czy podejmowaniu innych działań prowadzonych w środowiskach występowania świdrzyków (np. dotyczących usuwania martwego drewna, wycinki drzew, renowacji obiektów historycznych).

Zestawienie uzyskanych wyników prezentowanego cyklu prac, dotyczącego kluczowych aspektów cykli życiowych Clausiliidae (badania głównie na poziomie organizmalnym i suborganizmalnym – narządy, tkanki, komórki) z cyklem prac, stanowiącym rozprawę habilitacyjną dr hab. Anny Drozd, poświęconym ekologicznym uwarunkowaniom strategii rozrodczych świdrzyków (badania głównie na poziomie organizmalnym i ponadorganizmalnym – badania populacyjne z uwzględnieniem oddziaływań środowiskowych), stanowi swoiste kompendium wiedzy o biologii rozrodu tych ślimaków w ujęciu wielowymiarowym.

Literatura:

- Barker G. M. 2001. Gastropods on land: phylogeny, diversity and adaptive morphology. In: The Biology of Terrestrial Molluscs. G. M. Barker (ed.), Cabi Publishing, Wallingford. pp. 1-146.
- Baur A. 1990. Intra- and interspecific influences on age at first reproduction and fecundity in the land snail *Balea perversa*. Oikos 57: 333-337.
- Baur A., Baur B. 1991. The effect of hibernation position on winter survival of the rock-dwelling land snails *Chondrina clienta* and *Balea perversa* on Öland, Sweden. J. Moll. Stud. 57:331-336.
- Baur A., Baur B. 1992. Responses in growth, reproduction and life span to reduced competition pressure in the land snail *Balea perversa*. Oikos 63:298-304.

- Baur B. 1984. Early maturity and breeding in *Arianta arbustorum* (L.) (Pulmonata: Helicidae). J. Moll. Stud., 50: 241-242.
- Baur B. 1994. Parental care in terrestrial gastropods. Experientia 50: 5-14.
- Baur B., Baur A. 2000. Social facilitation affects longevity and lifetime reproductive success in a self-fertilizing land snail. Oikos: 88, 612-620.
- Blackburn D. G. 1999. Viviparity and oviparity: evolution and reproductive strategy. Pp. 994-1003. In: T.E. Knobil & J.D. Neill (Eds.) Encyclopedia of Reproduction. Academic Press, New York, USA.
- Bulman K. 1996. Cykl życiowy *Cochlodina laminata* (Mont.). Materiały zjazdowe XII Krajowego Seminarium Malakologicznego, Łódź, p. 8.
- Bulman K. 1998. Age structure of *Cochlodina laminata* (Gastropoda: Clausiliidae). W: Abstracts, World Congress of Malacology, Washington D.C., R. Bieler, P. M. Mikkelsen (eds.), Unitas Malacologica 1998: 47.
- Cain A.J. 1983. Ecology and Ecogenetics of Terrestrial Molluscan Populations. (W:) The Mollusca. Vol. 6 Ecology, Academic Press, Orlando: 597-647.
- Chen X. 1994. Self-fertilization and cross-fertilization in the land snail *Arianta arbustorum* (Mollusca, Pulmonata: Helicidae). J. Zool., 232: 465-471.
- Dupuy D. 1847-1852. Histoire naturelle des mollusques terrestres et d'eau douce qui vivent en France. V. Masson, Paris, pp. I-XXXI, 1-733, index 735-736, errata 1-3, pl. I-XXXI
- Frömmling E. 1954. Biologie der mitteleuropäischen Landgastropoden. Duncker und Humblot, Berlin.
- Giokas S., Mylonas M. 2002. Spatial distribution, density and life history in four *Albinaria* species (Gastropoda, Pulmonata, Clausiliidae). Malacologia, 44: 33-46.
- Gomot de Vaufléury A. 2001. Regulation of Growth and Reproduction, pp. 331-355. In: G. M. Barker (ed.). The Biology of Terrestrial Molluscs. CABI Publishing, Wallingford.
- Gómez B. J. 2001. Structure and Functioning of the Reproductive System. In: The Biology of Terrestrial Molluscs (G.M. Barker, ed.), pp. 307-330. CABI Publishing, Wallingford.
- Heller J. 1993. Hermaphroditism in molluscs. Biol. J. Linnean Soc., 48, 19-42
- Heller J. 2001. Life History strategies. W: The Biology of Terrestrial Molluscs. G. M. Barker (ed.), Cabi Publishing, Wallingford, pp. 413-446.
- Heller J., Dolev A. 1994. Biology and population dynamics of a crevice-dwelling landsnail, *Cristataria genezarethana* (Clausiliidae). J. Moll. Stud. 60: 33-46.
- Heller J., Sivan N., Hodgson A. N. 1997. Reproductive biology and population dynamics of an ovoviviparous land snail *Lauria cylindracea* (Pupillidae). J. Zool., 243: 263-280.
- Kerney M. (1999) Atlas of the Land and Freshwater Molluscs of Britain and Ireland. Harley Books, London, 261 pp.
- Kerney M. P., Cameron R. A. D., Jungbluth J. H. 1983. Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin, 384 pp.

- Koralewska-Batura E. 1994. Development of reproductive organs of *Helix lutescens* Rossm. (Gastropoda, Pulmonata). Biol. Bull. Poznań, 37: 67-70.
- Koralewska-Batura E. 1999. *Helix lutescens* Rossmässler, 1837 (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae) – its structure, biology and ecology. Folia Malacol., 7: 197–240.
- Kuźnik-Kowalska E. 1998. Life cycle and population dynamics of *Alinda biplicata* (Montagu, 1803)(Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae). Folia Malacol., 6: 33-37.
- Kuźnik-Kowalska E. 1999. Life cycle and population dynamics of *Discus rotundatus* (O. F. Müller, 1774) (Gastropoda: Pulmonata: Endodontidae). Folia Malacol., 7: 5–17.
- Likharev I. M. 1962. Klauziliidy (Clausiliidae). Fauna SSSR, N.S. 83, Mollyuski III, 4. Moskva-Leningrad, 317 pp.
- Lososová Z., Horsák M., Chytrý M, Čejka T., Danihelka J., Fajmon K., Hájek O., Juříčková L., Kintrová K., Láníková D., Otýpková Z., Řehořek V., Tichý L. 2011. Diversity of Central European urban biota: effects of human-made habitat types on plants and land snails. J. Biogeogr., 38: 1152-1163.
- Maltz T. K. 2003a. Reproductive system development and annual cycle of gonad activity in *Helicodonta obvoluta* (O. F. Müller, 1774) (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae s. lat.). Folia Malacol., 11: 23–32.
- Maltz T. K. 2003b. Life cycle and population dynamics of *Helicodonta obvoluta* (O. F. Müller, 1774) (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae s. lat.). Folia Malacol., 11: 63–88.
- Moquin-Tandon A. 1855. Histoire naturelle des mollusques terrestres et fluviatiles de la France contenant des études générales sur leur anatomie et leur physiologie et la description particulière des genres, des espèces et des variétés. Tome second. J. B. Baillière, Paris, pp. 1-646, atlas 1-92, pl. I-LIV
- Mazurkiewicz M., Pokryszko B. M. 2005. Gametogenic cycle in *Vertigo pusilla* O. F. Müller, 1774 (Gastropoda: Pulmonata: Vertiginidae). Folia Malacol., 13: 43-47.
- Nordsieck H. 1963. Zur Anatomie und Systematik der Clausilien. I. Arch. Moll., 92, 81–115.
- Nordsieck H. 1966. Grundzüge zur vergleichenden Morphologie des Genitalsystems der Schnecken, unter besonderer Berücksichtigung der Stylommatophora. Arch. Moll. 95: 123–142.
- Nordsieck H. 1969. Zur Anatomie und Systematik der Clausilien, VI. Genitalsystem und Systematik der Clausiliidae, besonders der Unterfamilie Alopiinae. – Arch. Moll., 99: 247 - 265.
- Nordsieck H. 1978. Zur Anatomie und Systematik der Clausilien, XIX. Das System der Clausilien, I: Taxonomische Merkmale und Gliederung in Unterfamilien. Arch. Moll., 109: 67-89.
- Nordsieck H. 1985. The system of Stylommatophora (Gastropoda), with special regard to the systematic position of the Clausiliidae, I: Importance of the excretory and genital systems. Arch. Moll. 116: 1–24.
- Nordsieck, H. 1986. The system of the Stylommatophora (Gastropoda), with special regard to the systematic position of the Clausiliidae, II. Importance of the shell and distribution. Arch. Moll., 117: 93–116.
- Nordsieck, H. 2007. Worldwide Door Snails (Clausiliidae), recent and fossil. ConchBooks. Hackenheim, 214 pp.

- Peake J. 1978. Distribution and ecology of the Stylommatophora. (W:) Pulmonates. Academic Press, London- New York-San Francisco: 429-526.
- Piechocki A. 1982. Life cycle and breeding biology of *Vestia elata* (Rossm.)(Gastropoda, Clausiliidae). *Malacologia*, 22: 219-223.
- Pokryszko B. M. 1990. Life history and population dynamics of *Vertigo pusilla* O. F. Müller (Gastropoda: Pylmonata: Vertiginidae), with some notes on shell and genital variability. *Ann. Zool.*, 43: 407–432.
- Pokryszko B. M., Cameron R. A. D. 2005. Geographical variation in the composition and richness of forest snail faunas in northern Europe. *Records of the Western Australian Museum, Supplement* 68: 115-132.
- Riedel A. 1988. Ślimaki lądowe Gastropoda terrestria. Katalog fauny Polski 46. PWN, Warszawa, 316 pp.
- South A. 1992. Terrestrial Slugs. Biology, ecology and control. Chapman and Hall. London. 428 pp.
- Schileyko A.A. 1967. O biologii podmoskovnykh Clausiliidae (Gastropoda, Pulmonata). *Zool. Zhurnal, Moskva*, 46: 437-438.
- Schileyko A. A. 2000. Treatise on Recent Terrestrial Pulmonate Molluscs. 5. Clausiliidae. *Ruthenica, Suppl.* 2. 729pp.
- Steenberg C. M. 1914. Anatomie des Clausilies danoises. I. Les organes génitaux. *Mindeskript for Japetus Steenstrup*, 29: 1-44.
- Sulikowska-Drozd A. 2005a. Distribution and habitat preferences of clausiliids (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae) in the eastern part of the Carpathians in Poland. *Folia Malacol.*, 13: 49-94.
- Sulikowska-Drozd A. 2005b. Habitat choice in the Carpathian land snails *Macrogastra tumida* (Rossmässler, 1836) and *Vestia turgida* (Rossmässler, 1836) (Gastropoda: Clausiliidae). *J. Moll. Stud.*, 71: 105-112.
- Sulikowska-Drozd A. 2009. Egg-retention and ovoviviparity in clausiliids of the genus *Vestia* P. Hesse (Gastropoda: Clausiliidae). *J. Moll. Stud.*, 75: 351-359.
- Sulikowska-Drozd A. 2011. Population dynamics of the Carpathian clausiliid *Vestia gulo* (E. A. Bielz 1859) (Pulmonata: Clausiliidae) under various climatic conditions. *J. Conch.*, 40: 462-470.
- Tiller S. 1989. Comparative morphology, phylogeny and classification of land snails and slugs (Gastropoda: Pulmonata: Stylomatophora). *Malacologia*, 30: 1-303.
- Tompa A. S. 1984. Land snails (Stylommatophora) W: Tompa A.S., Veronk N.H., van den Biggelaar J.A.M. (eds). *The Mollusca*, vol. 7, Reproduction.. Academic Press, New York, pp. 47-140.
- Wade C. M., Mordan P. B., Clarke B. 2001. A phylogeny of the land snails (Gastropoda: Pulmonata). *Proc. R. Soc. Lond.*, 268: 413-422.
- Wiktor A., Riedel A. 2002. Gastropoda Terrestria. In: Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce (Głowaciński Z., red.), pp. 27–33, Nature Protection Research Centre of the Polish Academy of Sciences, Kraków.

Wirth T., Baur A., Baur B. 1997. Mating system and genetic variability in the simultaneously hermaphroditic terrestrial gastropod *Balea perversa* on the Baltic island of Öland, Sweden. *Hereditas* 126: 199-209.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5a) Dorobek naukowy

Podjmując studia biologiczne miałem sprecyzowane zainteresowania. Interesowały mnie mięczaki. W związku z tym od trzeciego roku prowadziłem badania ekologiczno-faunistyczne malakofauny Pogórza i Gór Wałbrzyskich, na podstawie których powstała moja praca magisterska i późniejsza publikacja (Załącznik 3, p. II D, 1). Jednym z ciekawszych gatunków stwierdzonym na badanym obszarze okazał się ślimak obrzeżony *Helicodonta obvoluta* (O. F. Müller, 1774), gatunek mający kilka izolowanych stanowisk w Sudetach i na ich pogórzu, uznawany za krytycznie zagrożony wyginięciem, o nieznanej biologii. W ramach studiów doktoranckich wykonałem szereg badań, których celem było poznanie cyklu życiowego oraz biologii tego gatunku, prowadzonych w laboratorium i w naturalnym środowisku występowania tego ślimaka. Dzięki temu powstała rozprawa doktorska o cyklu życiowym i dynamice populacji *H. obvoluta*. Po uzyskaniu stopnia doktora (2002) i rozpoczęciu pracy w Muzeum Przyrodniczym Uniwersytetu Wrocławskiego (2003) przygotowałem cykl prac poświęconych biologii *H. obvoluta* (Załącznik 3, p. II D, 2-4, 17) oraz zbadałem zmienność muszli tego gatunku pochodzących z różnych populacji europejskich (Załącznik 3, p. II D, 8). Powstało zatem kompletne opracowanie biologii ślimaka obrzeżonego.

Wiodącym nurtem badawczym od czasu rozpoczęcia pracy na uczelni stała się dla mnie tematyka związana z cyklami życiowymi i biologią rozrodu świdrzyków Clausiliidae. W latach 2003-2016 prowadziłem szereg badań (m. in. długoletnie obserwacje w hodowli laboratoryjnej, badania histologiczne i cytologiczne układu rozrodczego), na podstawie których powstał cykl publikacji składających się na prezentowane osiągnięcie naukowe (Załącznik 3, p. I A, p. I B, 1-6). Podjąłem także współpracę z dr hab. Anną Drozd z Uniwersytetu Łódzkiego, zajmującą się podobną problematyką badawczą, dotyczącą świdrzyków karpackich. W latach 2007-2014 byłem wykonawcą kierowanych przez dr hab. A. Drozd projektów badawczych MEiN (Załącznik 3, p. II I, 1-2) dotyczących biologii świdrzyków Baleinae. W wyniku podjętej współpracy, oprócz wcześniej wymienionych, powstały publikacje dotyczące różnych aspektów biologii świdrzyków *Balea fallax* i *B. stabilis* (Załącznik 3, p. II D, 11-13), *Vestia ranojevici moravica*, *Alinda biplicata* i *Cochlodina orthostoma* (Załącznik 3, p. II A, 2-5):

- *B. fallax* i *B. stabilis* różnią się strategią rozrodu – pierwszy gatunek jest zdolny do retencji zarodków, drugi jajorodny. Pozostałe parametry cykli życiowych obu gatunków, między

innymi tempo wzrostu, opóźnione dojrzewanie, płodność, sezonowość rozrodu czy długość życia, są zbliżone.

- *V. ranojevici moravica* jest typowo jajorodna, co odróżnia ten gatunek od *V. elata*, *V. gulo* i *V. turgida* reprezentujących strategię retencji zarodków i jajożyworodności (żyworodności lecytotroficznej). U tego świdrzyka występuje także opóźnione dojrzewanie względem wzrostu muszli, jest długowieczny i iteroparyczny – w hodowli rozmnaża się przez co najmniej 4 lata.
- Badania prowadzone równocześnie z obserwacją *A. biplicata* w hodowli laboratoryjnej dotyczyły uwarunkowań rozrodu w związku ze zmianą warunków klimatycznych na obszarze zamieszkiwanym przez tego ślimaka (współpraca z dr hab. Heike Kappes z Niemiec) (Załącznik 3, p. II A, 3) oraz wpływu suszy na rozród jajożyworodnego świdrzyka (Załącznik 3, p. II A, 4). *A. biplicata* nie przetrzymuje zarodków podczas spoczynku zimowego, co stwierdzono na wszystkich stanowiskach bez względu na panujący klimat. Nasilenie rozrodu wykazuje wiosną, jednak wcześniej w zachodniej części zasięgu. W rejonach o łagodnej zimie świdrzyk przystępuje do rozrodu także pod koniec lata. Osobniki pochodzące z różnych stanowisk w jajowodzie przetrzymują zarodki o zbliżonych rozmiarach, co świadczy o tym, że *A. biplicata* nie zmienia strategii rozrodu na jajorodność w szczególnie korzystnych warunkach środowiskowych. W warunkach długotrwałej suszy wykazuje dużą wytrzymałość (wszystkie osobniki dorosłe przeżyły eksperyment), jednak nie rodzi młodych. Przywrócenie wysokiej wilgotności sprawia, że zahamowany rozwój embrionów przetrzymywanych w jajowodzie jest ponownie kontynuowany, a po pewnym czasie rodzone są młode (obumarłe zarodki stanowią niewielki odsetek produkowanego potomstwa), jednak po pozbyciu się zawartości jajowodu ślimaki poddane uprzednio działaniu suszy wstrzymują rozród. Oznacza to, że ślimaki jajożyworodne, takie jak *A. biplicata*, w rejonach o stabilnych warunkach środowiskowych i dużej wilgotności (podobnie jak w hodowli) mogą rozmnażać się w sposób ciągły, produkując liczne ale niewielkie mioty, natomiast na obszarach o zmiennych warunkach klimatycznych rozród może zachodzić w krótkim okresie, a zwierzęta podejmują wysiłek wyprodukowania jak największej liczby potomstwa.
- *C. orthostoma* jest obecnie jedynym znanym gatunkiem z rodzaju *Cochlodina* i podrodziny Alopinae reprezentującym strategię retencji zarodków. Może przetrzymywać od 2 do 12 zarodków w jajowodzie. Osobniki pochodzące z naturalnych środowisk przetrzymują zarodki głównie w czerwcu i lipcu. W laboratorium składają jaja bez widocznych zarodków oraz z zarodkami z muszlą do 1,3 skrętu, co świadczy o tym, że jest to gatunek o krótkiej i zależnej od panujących warunków retencji zarodków.

Dzięki podjętej współpracy spośród 9 gatunków świdrzyków Baleinae występujących w Polsce 7 gatunków (80%) ma dziś dobrze poznany cykl życiowy.

W latach 2004-2008 przeprowadziłem badania dotyczące biologii i ekologii dwóch krytycznie zagrożonych w Polsce gatunków świdrzyków *Charpetieria ornata* i *Macrogastra badia*. Są to świdrzyki, które w naszym kraju mają jedynie kilka izolowanych stanowisk na Dolnym Śląsku. Badania były prowadzone w laboratorium (hodowla ślimaków w celu określenia podstawowych parametrów cyklu życiowego) oraz w terenie. Na podstawie prowadzonych badań powstały dwie publikacje (Zał. 3, p. II A, 1; p. II D, 9), a dane o cyklu życiowym *Ch. ornata* stały się częścią szerszego opracowania poświęconego biologii świdrzyków (Zał. 3, p. I B, 1). Wykazałem m.in., że:

- *Ch. ornata* jest gatunkiem typowo jajorodnym, o niewielkiej płodności, o opóźnionym dojrzewaniu względem wzrostu muszli, iteroparycznym i długowiecznym, łatwym w hodowli, co można wykorzystać do rozmnażania tego gatunku w warunkach laboratoryjnych i zasilania naturalnych populacji. W Polsce zamieszkuje kamieniołomy wapienia (kilka stanowisk w okolicy Kłodzka) i jest to najbardziej wysunięta na północ, izolowana lokalizacja w stosunku do naturalnego zasięgu tego świdrzyka (gatunek wschodnioalpejski). Jest gatunkiem pionierskim, preferującym bogate w wapń, bardziej otwarte siedliska niż inne świdrzyki strefy umiarkowanej. Występuje licznie w kamieniołomach niezarośniętych, natomiast zaawansowana sukcesja wtórna tych środowisk poważnie ogranicza jego liczebność, a nawet eliminuje z takich środowisk. Przetrwanie świdrzyka na tym obszarze od okresu atlantyckiego jest związane z wylesianiem terenu i eksploatacją wapienia czyli z działalnością gospodarczą człowieka. Aby właściwie chronić ten gatunek, należy prowadzić okresową wycinkę drzew w kamieniołomach lub, co wydaje się sprzeczne z typowymi działaniami ochronnymi, wznowić eksploatację wapienia w niektórych z nich.
- *M. badia*, w odróżnieniu od poprzedniego gatunku, jest trudna w hodowli. Świdrzyk ten preferuje środowiska leśne w wyższych położeniach górskich, o chłodniejszym klimacie. W laboratorium jak i w terenie rozmnaża się wiosną (nie obserwowałem rozrodu późnym latem i jesienią). Jest jajorodny. Jaja częściowo skalcyfikowane są deponowane pojedynczo lub w formie niewielkich złogów pod korą lub w gęstym mchu. Wykazuje także opóźnione dojrzewanie względem wzrostu muszli, jest iteroparyczny. W Polsce ma obecnie dwa potwierdzone stanowiska (w Górach Stołowych i w okolicach Zieleńca). Zmiany środowiskowe poczynione przez człowieka (m. in. wylesianie, usuwanie martwego drewna) oraz ocieplenie klimatu mogą przyczynić się do całkowitego wyginięcia tego świdrzyka w naszym kraju.

Uzyskane dane o biologii ww. gatunków mogą stanowić cenną wskazówkę w przypadku podjęcia działań związanych z czynną ochroną tych gatunków.

Od 2011 roku współpracuję z dr hab. Izabelą Jędrzejowską z Zakładu Biologii Rozwoju Zwierząt Uniwersytetu Wrocławskiego. Dzięki tej współpracy mogę rozwijać moje umiejętności stosowania różnych technik histologicznych i cytologicznych w badaniach nad ślimakami. Współpraca umożliwiła mi podjęcie badań nad strukturą spermowiduktu i wolnego jajowodu blisko spokrewnionych świrdrzyków Baleinae różniących się strategią rozrodu (jajorodność, retencja zarodków, jajożyworodność = żyworodność lecytotroficzna), a także przystosowań układu rozrodczego badanych świrdrzyków do retencji zarodków (badania histologiczne i ultrastrukturalne). Na podstawie uzyskanych wyników powstały dwie publikacje (Zał. 3, p. I B, 6; p. II D, 14). W ramach podjętej współpracy uczestniczyłem także w badaniach dotyczących struktury żeńskiej gonady dwóch gatunków katoikogenicznych skorpionów w okresie okołozapłodnieniowym, czego efektem jest jedna publikacja (Zał. 3, p. II A, 7).

Moją dodatkową działalność naukową stanowią badania związane z ekologią zespołów ślimaków lądowych. Uczestniczyłem w badaniach nowych, dotychczas nieopisanych obszarów o ciekawej malakofaunie lub w przypadku, gdy przeprowadzenie badań było konieczne w celu weryfikacji informacji zawartych w starszych opracowaniach. We współpracy z prof. Robertem A.D.C. Cameronem (University of Sheffield, UK) i prof. dr hab. B. Pokryszko (Muzeum Przyrodnicze, Uniwersytet Wrocławski) uczestniczyłem w badaniach na górze Miłek (okolice Wojcieszowa koło Jeleniej Góry), w wyniku czego okazało się, że występuje tam uznany za wymarły w Polsce od lat 80. XX wieku gatunek świrdrzyka – *Cochlodina costata* (C. Pfeifer, 1828). Jest to jedyne znane w Polsce stanowisko tego ślimaka. Powstała publikacja zawierająca informacje m. in o cechach biometrycznych muszli *C. costata* i faunie towarzyszącej temu świrdrzykowi (Zał. 3 p. II D, 6). W ramach współpracy z malakologami czeskimi (m.in. doc. RNDr Lucie Juříčková z Pragi, prof. RNDr Michal Horsak z Brna) uczestniczyłem w opracowaniu faunistycznym regionu Czech o nazwie Rychlebské Hory, a uzyskane dane zostały opublikowane (Zał. 3 p. II D, 7). Przy okazji wykonywania inwentaryzacji stanowisk *Ch. ornata* w Krowiarkach przeprowadziłem badania w opuszczonym kamieniołomie wapienia w Rogóźnie k. Stronia Śląskiego. Nie stwierdziłem w nim obecności tego świrdrzyka, jednak napotkałem bardzo różnorodny zespół ślimaków zawierający w swym składzie (45 gatunków) ślimaki rzadkie i chronione. Uzyskane dane stały się bazą dla powstałej publikacji (Zał. 3 p. II D, 10). Podczas badań prowadzonych w Parku Krajobrazowym Sudetów Środkowych (okolice Wałbrzycha) wraz z zespołem współpracowników stwierdziłem w obrębie ruin zamku Rogowiec i na górze zamkowej fragment lasu liściastego z dominującymi jaworem i lipą (obszar PK to głównie monokultura świerkowa). Na badanym stanowisku stwierdzono 42 gatunki, głównie leśne, a także ślimaki rzadkie i chronione. Uzyskane

wyniki zostały opublikowane ze wskazaniem na potrzebę ustanowienia w tym miejscu rezerwatu (Załącznik 3 p. II D, 16). W latach 2007-17 prowadziłem we współpracy z prof. dr hab. Andrzejem Wiktorem i prof. dr hab. Beatą Pokryszko z Muzeum Przyrodniczego Uniwersytetu Wrocławskiego długotrwały monitoring malakofauny Parku Narodowego Gór Stołowych, a uzyskane rezultaty zawarte zostały jako rozdziały w dwóch monografiach poświęconych przyrodzie PKGS (Załącznik 3 p. II D, 19, 21). Uczestniczyłem także w badaniach nad interakcjami między płazami i ślimakami lądowymi w związku z możliwością przenoszenia przez płazy jaj i młodych ślimaków na inne obszary (forezja). Odkrycie takich możliwości stało się podstawą do opublikowania uzyskanych wyników (Załącznik 3 p. II D, 15).

Obecnie kontynuuję współpracę z dr hab. Anną Drozd (UŁ) i dr hab. Izabelą Jędrzejowską (UWr.) w związku z badaniami rozpoczętymi w 2006 roku, dotyczącymi alternatywnych strategii rozrodu azjatyckich świrdrzyków *Phaedusinae* z wykorzystaniem technik histologicznych i cytologicznych. Jestem wykonawcą projektu badawczego NCN: OPUS – NZ (Załącznik 3 p. II I, 3) kierowanego przez A. Drozd. W ramach współpracy powstała jedna publikacja (Załącznik 3 p. II A, 6).

Mój dorobek naukowy wraz z cyklem prac składających się na dzieło to 34 publikacje (wykonane samodzielnie lub we współautorstwie), w tym 13 oryginalnych prac opublikowanych w czasopiśmie indeksowanym przez *Journal Citation Reports*. Sumaryczna liczba punktów MNiSW za te prace, zgodnie z rokiem opublikowania, wynosi **396**, natomiast sumaryczny *impact factor* wynosi: **IF = 12,69; IF_{5-letni} = 13,118**.

Jestem autorem i współautorem 30 doniesień konferencyjnych (10 międzynarodowych i 20 krajowych) (Załącznik 3 p. II K, 1-30). Uczestniczyłem aktywnie w 17 konferencjach naukowych (4 międzynarodowych i 13 krajowych) (Załącznik 3 p. III B). Wykonałem samodzielnie lub we współautorstwie 4 inwentaryzacje środowiskowe (Załącznik 3 p. III M, 1) oraz 49 ekspertyz dotyczących gatunków objętych Konwencją Waszyngtońską (CITES) (Załącznik 3 p. III M, 2). Byłem recenzentem książki – Atlas muszli morskich (Załącznik 3 p. III P, a) i monografii poświęconej świrdrzykowi *Ruthenica filograna* (Załącznik 3 p. III P, b). Napisałem 25 recenzji artykułów naukowych zgłoszonych do 8 czasopism krajowych i zagranicznych (Załącznik 3 p. III P, c). Współredagowałem także 5 tomów „Problemy współczesnej biologii” z doniesieniami konferencyjnymi (Załącznik 3 p. III P, d).

5b) Dorobek dydaktyczny i organizacyjny

Od chwili zatrudnienia w Muzeum Przyrodniczym Uniwersytetu Wrocławskiego (2003) jako pracownik naukowo-dydaktyczny podjąłem współpracę z innymi jednostkami wydziałowymi w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych, zgodnie z warunkami zatrudnienia (MP jako

specjalistyczna jednostka w randze instytutu WNB nie prowadzi obowiązkowej dydaktyki). W latach 2008-12 dzięki współpracy z ówczesznie istniejącym Instytutem Zoologicznym prowadziłem zajęcia z podstaw ekologii (ćwiczenia), dydaktyki biologii (ćwiczenia) oraz wakacyjne ćwiczenia terenowe – fauna Polski – mięczaki, dla studentów biologii, biologii z chemią i ochrony środowiska (Zał. 3 p. III I, b). Od 2015 roku nawiązałem współpracę z Zakładem Biologii Rozwoju Zwierząt Instytutu Biologii Eksperymentalnej Uniwersytetu Wrocławskiego, dzięki czemu prowadzę do dziś laboratoria z: podstaw biologii komórki zwierzęcej (kurs podstawowy), biologii komórki zwierzęcej (kurs rozszerzony), technik histologicznych (kurs podstawowy) i technik histologicznych w diagnostyce medycznej (kurs rozszerzony), dla studentów biologii, biologii człowieka, mikrobiologii oraz genetyki i biologii eksperymentalnej. W Muzeum Przyrodniczym od 2016 roku prowadzę ćwiczenia i ćwiczenia terenowe w ramach fakultatywnego przedmiotu dla studentów zarządzania środowiskiem przyrodniczym – fauna mięczaków Polski (Zał. 3 p. III I, b).

W ramach współpracy Wydziału ze środowiskiem nauczycielskim zorganizowałem i objąłem pieczę jako kierownik kursu dokształcającego dla nauczycieli biologii (2013) – Problemy współczesnej biologii (Zał. 3 p. III I, b). Jestem inicjatorem, współtwórcą i koordynatorem dydaktyki społecznej Muzeum Przyrodniczego – corocznego cyklu zajęć (prelekcji, ćwiczeń, zajęć na wystawach MP) przeznaczonego dla uczniów szkół podstawowych i średnich (od 2013 roku) (Zał. 3 p. III I, c).

Zajmuję się także popularyzacją wiedzy (głównie dotyczącej bezkręgowców, mięczaków oraz gatunków zagrożonych i ginących). Współtworzyłem I edycję Mojego Pierwszego Uniwersytetu, uczestniczyłem w kolejnych edycjach MPU, prowadziłem zajęcia w ramach Dolnośląskiego Festiwalu Nauki i Uniwersytetu III Wieku. Brałem także udział w filmach poświęconych mięczakom z serii Dzika Polska (Zał. 3 p. III I, c). Od 2005 roku jestem członkiem Okręgowego Komitetu Olimpiady Biologicznej. Mój udział w pracach OKOB polega między innymi na: recenzowaniu prac badawczych (łącznie 63 recenzje w latach 2013-17) nadzorze przebiegu zawodów II stopnia, sprawdzaniu testów, układaniu zadań olimpijskich oraz przygotowywaniu zawodników do etapu centralnego i międzynarodowego OB (Zał. 3 p. III Q, b).

Podjmowałem i nadal podejmuję różne funkcje na uczelni. Pełniłem funkcje pełnomocnika dziekana Wydziału Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego do spraw kontaktów ze szkołami i nauczycielami (2008-2010) i do spraw Warsztatów Naukowych dla Nauczycieli (2011-2012). Od 2003 roku jestem koordynatorem do spraw dydaktyki społecznej Muzeum Przyrodniczego Uniwersytetu Wrocławskiego, a od roku 2012 jestem członkiem Komisji Dyscyplinarnej dla Nauczycieli Akademickich (kadencje: 2012-2016 i 2017-2020) (Zał. 3 p. III Q, a). Za działalność naukową, organizacyjną i dydaktyczną otrzymałem nagrody Rektora Uniwersytetu Wrocławskiego w latach: 2005, 2007, 2009, 20016 i 2018 (Zał. 3 p. III D).

ZAŁĄCZNIK 2A

Okręgowego Komitetu Olimpiady Biologicznej. Mój udział w pracach OKOB polega między innymi na: recenzowaniu prac badawczych (łącznie 63 recenzje w latach 2013-17) nadzorze przebiegu zawodów II stopnia, sprawdzaniu testów, układaniu zadań olimpijskich oraz przygotowywaniu zawodników do etapu centralnego i międzynarodowego OB (Załącznik 3 p. III Q, b).

Podjmowałem i nadal podejmuję różne funkcje na uczelni. Pełniłem funkcje pełnomocnika dziekana Wydziału Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego do spraw kontaktów ze szkołami i nauczycielami (2008-2010) i do spraw Warsztatów Naukowych dla Nauczycieli (2011-2012). Od 2003 roku jestem koordynatorem do spraw dydaktyki społecznej Muzeum Przyrodniczego Uniwersytetu Wrocławskiego, a od roku 2012 jestem członkiem Komisji Dyscyplinarnej dla Nauczycieli Akademickich (kadencje: 2012-2016 i 2017-2020) (Załącznik 3 p. III Q, a). Za działalność naukową, organizacyjną i dydaktyczną otrzymałem nagrody Rektora Uniwersytetu Wrocławskiego w latach: 2005, 2007, 2009, 20016 i 2018 (Załącznik 3 p. III D).

Byłem członkiem komitetów organizacyjnych 6 krajowych konferencji malakologicznych: XIX, XX, XIV, XXX, XXXI i XXXIV Krajowego Seminarium Malakologicznego (Załącznik 3 p. III C). Mój udział polegał m. in. na prowadzeniu korespondencji z uczestnikami, zbieraniu i opracowaniu streszczeń, współredagowaniu tomiku konferencyjnego (wszystkie konferencje), a także organizacji porządku obrad i sesji tematycznych oraz zaplecza logistycznego (z wyjątkiem XXXIV KSM).

Jestem członkiem założycielem Stowarzyszenia Malakologów Polskich od 1992 roku, w latach 2012-16 byłem członkiem zarządu SMP, od 2017 roku jestem członkiem Sądu Koleżeńskiego zarządu SMP. Od 2007 roku należę także do międzynarodowego towarzystwa malakologicznego Unitas Malacologia (Załącznik 3 p. III H). Od 2011 roku zasiadam w Radzie Redakcyjnej czasopisma Malacologica Bohemoslovaca (Załącznik 3 p. III G).

10/10/2020