

## AUTOREFERAT

1. **Imię i nazwisko:** Anna Drozd

2. **Tytuły i stopnie naukowe**

1997 r. - **tytuł magistra biologii** w zakresie biologii środowiskowej, Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi

2002 r. - **stopień doktora nauk biologicznych** w zakresie biologii, Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska; rozprawa doktorska pt. „Świdrzyki (Gastropoda: Clausiliidae) Bieszczadów i Beskidu Niskiego – występowanie, ekologia, morfologia”

3. **Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych**

1.10.1997 r. – 30.09.2002 r. - **doktorantka** w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii UŁ (Studia Doktoranckie Ekologii i Ochrony Środowiska na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi UŁ)

1.09.1999 r. – 30.10.2000 r. - **pracownik naukowo-techniczny** w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii UŁ; ½ etatu

1.11.2000 r. – 31.03.2003 r. - **pracownik naukowo-techniczny** w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii UŁ; pełen etat

od 1.04.2003 r. - **adiunkt** w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii UŁ

**4. Osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (DZ.U. nr 65, poz.595 ze zm.):**

**4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego**

**Ekologiczne uwarunkowania strategii rozrodczych u świdrzyków (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae)**

Osiągnięcie naukowe stanowi jednotematyczny cykl 6 publikacji z lat 2008-2014.

**4.2. Wykaz autorskich publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe**

[wartość IF i liczba punktów MNiSW została podana wg roku publikacji pracy. Liczba cytowań na dzień 1.09.2014; w nawiasie liczba cytowań bez autocytowań]

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

IF: 0,397                      pkt MNiSW: 10                      Liczba cytowań wg *Web of Science*: 16 (4)

- [2] Sulikowska-Drozd A. 2009. Egg-retention and ovoviviparity in clausiliids of the genus *Vestia* P. Hesse (Gastropoda: Clausiliidae). *Journal of Molluscan Studies*, 75: 351-359.

IF: 1,074                      pkt MNiSW: 27                      Liczba cytowań wg *Web of Science*: 11 (2)

- [3] Sulikowska-Drozd A. 2011. Population dynamics of the Carpathian clausiliid *Vestia gulo* (E. A. Bielz 1859) (Pulmonata: Clausiliidae) under various climatic conditions. *Journal of Conchology*, 40: 462-470.

IF: 0,54                      pkt MNiSW: 13                      Liczba cytowań wg *Web of Science*: 6 (3)

- [4] Sulikowska-Drozd A., Maltz T.K., Kappes H. 2013. Brooding in a temperate zone land snail: seasonal and regional patterns. *Contribution to Zoology* 82: 85-94.

IF: 2,452                      pkt MNiSW: 30                      Liczba cytowań wg *Web of Science*: 4 (0)

- [5] **Sulikowska-Drozd A.**, Maltz T.K. 2014. Experimental drought affects the reproduction of the brooding clausiliid *Alinda biplicata* (Montagu, 1803). *Journal of Molluscan Studies*, 80: 265-271.

IF: 1,358

pkt MNiSW: 30

Liczba cytowań wg *Web of Science*: 0

- [6] **Sulikowska-Drozd A.**, Walczak M., Binkowski M. 2014. Evolution of shell apertural barriers in viviparous land snails (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae). *Canadian Journal of Zoology* 92: 205-213.

IF: 1,498

pkt MNiSW: 30

Liczba cytowań wg *Web of Science*: 0

**Sumaryczny Impact Factor wymienianych publikacji: 7,319**

**Sumaryczna liczba punktów MNiSW: 140**

**Sumaryczna liczba cytowań wg Web of Science: 37 (9)**

Wymienione powyżej prace, wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej, są dalej cytowane zgodnie z nadaną im numeracją [1-6]. Cytowana literatura uzupełniająca [7-34], wymieniona jest na końcu rozdziału 4.

#### **4.2. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników**

##### *Wprowadzenie*

Świdrzyki (Clausiliidae) to rodzina ślimaków lądowych bogata w gatunki i szeroko rozprzestrzeniona na świecie. Podobnie jak większość bezkręgowców, z wyłączeniem gatunków o znaczeniu gospodarczym, ślimaki te są bardzo słabo poznane pod względem strategii rozrodczych. W momencie podejmowania przeze mnie badań, żaden z około 400 występujących w Europie gatunków Clausiliidae, nie miał w całości poznanego cyklu życiowego. Strategiom rozrodu świdrzyków poświęcone były dwa kierowanych przeze mnie w latach 2005-2014 projekty badawcze MNiSW (Zał. 3, pkt. II. F. 2-3). Podjęte w ramach tych projektów, wielowątkowe badania, stanowiły nowe podejście do rozpoznania ewolucji strategii życiowych u ślimaków i miały dużą wartość poznawczą.

Clausiliidae, jak wszystkie płucodyszne ślimaki lądowe (Pulmonata: Stylommatophora), są obojnakami i przechodzą rozwój bezpośredni (brak wolnożyjącej larwy). W szczegółach realizacja strategii życiowej poszczególnych gatunków ślimaków może być jednak zróżnicowana i obejmować jedną lub kilka niewykluczających się wzajemnie możliwości, na przykład w odniesieniu do sposobu zapłodnienia, takich jak kopulacja wzajemna, niewzajemna bądź samozapłodnienie. Zróżnicowaniu podlegać może wielkość jaj i sposób ich zaopatrzenia w wapń, liczba i wielkość złożeń jajowych, długość inkubacji jaj (czas od złożenia



jaj do wylęgu) oraz inne parametry strategii rozrodczej. Cechami cykli życiowych typowymi dla świdrzyków są natomiast: zdeterminowany wzrost, stosunkowo długie życie i wielokrotne przystępowanie do rozrodu (iteroparyczność).

Najczęściej występującym typem rozrodu u ślimaków lądowych jest jajorodność, ale spotyka się u nich również strategię polegającą na okresowym zatrzymaniu zapłodnionych jaj w ciele rodzica [7-9]. Rozwój embrionów odbywa się wtedy w zmodyfikowanej części układu rozrodczego, zazwyczaj w jajowodzie. Niekiedy jaja pozostają w jajowodzie podczas całego rozwoju embrionalnego i wylęg z osłon jajowych następuje jeszcze w drogach rodnych. Wspomnianą strategię można traktować jako jeden z typów szeroko rozumianej opieki nad potomstwem [10]. Dla jej opisu u ślimaków lądowych stosowane były zazwyczaj następujące terminy: jajożyworodność (ang. *ovoviviparity*), oznaczająca pozostawanie jaj w jajowodzie aż do wylęgu, oraz przetrzymywanie jaj (ang. *egg-retention*), które dotyczyło sytuacji, kiedy część rozwoju embrionalnego odbywała się w jajowodzie a część już po złożeniu jaj do środowiska [7-9]. Określenia te nie są jednakowo rozumiane przez zoologów. Na przykład Blackburn [11] w *Encyclopedia of reproduction* proponuje zrezygnować całkowicie z terminu jajożyworodność i określać jako żyworodne (ang. *viviparous*) wszystkie gatunki, które rodzą młode, z dodatkowym wyjaśnieniem czy chodzi o strategię typu lecytotroficznego czy matrotroficznego, w zależności od tego, jak odżywiany jest embriion przebywający w ciele rodzica. Analogicznie, wszystkie gatunki składające jaja powinny być określane jako jajorodne, niezależnie od tego, jak zaawansowany jest rozwój embrionalny w deponowanym jajku. Zazwyczaj przyjmuje się, że strategie określane w dawniejszych pracach jako jajożyworodność odpowiadają żyworodności lecytotroficznej, ale u wielu gatunków ślimaków rozród może mieć różną formę (składanie jaj/rodzenie młodych) w zależności od panujących warunków otoczenia. Aby uniknąć sztywnego nazewnictwa tam, gdzie w rzeczywistości istnieje kontinuum strategii życiowych, niektórzy autorzy stosują termin *brooding*, określający sytuację, w której rozwój embrionalny w całości lub częściowo zachodzi w ciele rodzica, niekoniecznie w drogach rodnych [12].

Żyworodność i przetrzymywanie jaj są przykładami konwergencji u wielu grup zwierząt, ale czynniki selekcyjne, które doprowadziły do wielokrotnego powstania tych strategii są słabo poznane. Glaubrecht wraz z współpracownikami [13, 14] zaproponował wyjaśnienie tego problemu w obrębie ślimaków słodkowodnych z grupy Cerithoidea. Zdaniem cytowanych autorów rozwój prosty bez przeobrażenia i tworzenie dużych, bogatych w żółtko jaj stanowiły u tych ślimaków preadaptację do żyworodności [14]. Z kolei w siedliskach lądowych powstanie żyworodności wiązano przede wszystkim z przewagą potomstwa ślimaków żyworodnych w konkurencji o pokarm w porównaniu z młodymi form jajorodnych [7]. Urodzone młode mogły aktywnie poszukiwać pokarmu i unikać niektórych zagrożeń (wysychanie, podtopienie, drapieżniki), podczas gdy jaja złożone w środowisku we wczesnym stadium rozwoju pozostawały biernie przez długi czas aż do wylęgu.

Strategia żyworodności niesie jednak pewne koszty dla rodzica. Przede wszystkim, gatunki opiekujące się potomstwem produkują zazwyczaj większe młode, ale w mniejszej liczbie niż spokrewnione z nimi gatunki jajorodne [15, 16]. U ślimaków płodność gatunków żyworodnych jest dodatkowo ograniczona ze względu na przestrzeń dostępną wewnątrz rodzica a wyznaczoną rozmiarami muszli. Ponadto ciężarny osobnik dorosły, u którego wypełniony embrionami jajowód nie pozwala na głębokie schowanie się w muszli, jest sam bardziej narażony na wyschnięcie lub atak.



Powstaje pytanie, w jakich warunkach ekologicznych żyworodność jest strategią zwiększającą dostosowanie osobnika. U ślimaków lądowych powstanie tej strategii było związane z regionami klimatycznymi z silnie zaznaczoną sezonowością bądź surowymi warunkami środowiskowymi [16, 17]. Strategia ta mogła powstać jako adaptacja do ochrony rozwijających się jaj przed wahaniami wilgotności środowiska, gdyż osłony jajowe występujące u ślimaków nie zapewniają pełnej ochrony zarodka przed wysychaniem lub wnikaniem nadmiaru wody [18].

Czynniki ekologiczne wpływające na ewolucję żyworodności u ślimaków oddziałują w ramach istniejących ograniczeń filogenetycznych. Do takich cech u Pulmonata należy obecność zębów i listewek w otworze muszli tworzących niekiedy skomplikowane aparaty zamykające. Adaptacyjna rola tych struktur wiązana jest z ochroną przed wysychaniem i przed drapieżnikami wchodzącymi do muszli przez otwór [19, 20, 21]. Obecność w otworze listewek i zębów powoduje jednak, że pole otworu muszli jest małe i nie mogą się przez nie przedostać jaja ślimaka z twardą skorupką lub osobniki młodociane posiadające muszle embrionalne. Obecność rozbudowanych aparatów zamykających jest uważana za istotne ograniczenie dla powstania takich strategii rozrodczych u ślimaków [22].

Świdrzyki są grupą, u której występuje wyjątkowo rozbudowany aparat zamykający (clausiliar apparatus = CA), tzn. struktura zbudowana z listewek i fałdek, znajdująca się wewnątrz ostatniego skrętu muszli [23, 24]. CA uważany jest za autapomorfie Clausiliidae, powstała na początku różnicowania się tej grupy, ale pewne, adaptatywne przekształcenia w budowie i układzie elementów pojawiały się także później [25]. Różne są interpretacje funkcji CA: ochrona przed wysychaniem, drapieżnikami, podpieranie mięśnia wrzeciona podczas pełzania, zabezpieczanie drożności kanału oddechowego, etc. [22, 23, 25]. Można się spodziewać, że istnienie aparatu zamykającego ograniczało kierunki ewolucji strategii rozrodczych świdrzyków. Rozbudowany CA nie stanowi bariery dla składania jaj, gdyż jaja świdrzyków typowo jajorodnych są na początku plastyczne nawet u tych gatunków, u których węglan wapnia tworzy później jednolitą otoczkę wokół jaja [26, 27]. Inaczej jest w przypadku gatunków żyworodnych i przetrzymujących jaja, których embriony znajdujące się jeszcze w jajowodzie mają twardą (nie elastyczną) muszlę embrionalną o rozmiarach około 2-3 mm długości. W tym kontekście nowym i obiecującym kierunkiem badań ślimaków stało się poszukiwanie ekologicznych uwarunkowań zróżnicowania morfologii muszli i ich związku ze strategiami rozrodczymi gatunków.

### *Cele i wyniki badań*

Cykl prac stanowiących przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe, otwiera opracowanie zawierające charakterystykę cykli życiowych kilkunastu występujących w Polsce gatunków Clausiliidae oraz analizę danych literaturowych dotyczących biologii rozrodu świdrzyków Europy [1]. Publikacja ta, przygotowana we współpracy z dr. T. Maltzem z Muzeum Przyrodniczego Uniwersytetu Wrocławskiego, stanowiła punkt wyjścia do dalszych badań, pozwalając na zdefiniowanie obszarów, w których wiedza jest niewystarczająca lub dane literaturowe obarczone są błędem. Była to pierwsza w literaturze analiza porównawcza strategii rozrodu ślimaków z rodziny świdrzykowatych. Na podstawie obserwacji 15 gatunków hodowanych w laboratorium w warunkach stałej wilgotności i temperatury (*Charpentieria ornata*, *Cochlodina laminata*, *C. orthostoma*, *Macrogastra ventricosa*, *M. latestriata*, *M. tumida*, *Clausilia parvula*, *C. pumila*, *C. dubia*, *Alinda biplicata*, *Laciniaria plicata*, *B. stabilis*, *Vestia elata*, *V.gulo* i *V. turgida*) określono następujące parametry cykli



zyciowych: sezon rozrodczy, liczba jaj w złożu jajowym, liczba jaj/młodych produkowanych w ciągu sezonu i w ciągu życia, rozmiary jaj, sposób zaopatrzenia jaj w wapń, długość inkubacji jaj w temperaturze pokojowej, okres potrzebny do uzyskania ostatecznych wymiarów muszli, synchroniczność wylęgu, zachowania kanibalistyczne młodych. Wykazano, że niektóre elementy strategii (np. liczba jaj, wielkość jaj) są związane ze średnią wielkością muszli poszczególnych gatunków, aczkolwiek zależności te różnią się dla ślimaków jajorodnych i przetrzymujących jaja. Stwierdzono również, że takie same strategie (np. przetrzymywanie jaj) spotykane są u gatunków zaliczanych do różnych rodzajów, co sugeruje, że opieka nad potomstwem powstała u świdrzyków wielokrotnie. Na podstawie własnych badań oraz danych literaturowych stwierdzono, że co najmniej siedem gatunków Clausiliidae występujących w Polsce i w Europie Środkowej można uznać za żyworodne bądź przetrzymujące jaja [1, 28-31].

Na podstawie danych z hodowli laboratoryjnej ustalono, że największe zróżnicowanie strategii rozrodu wśród blisko spokrewnionych gatunków występowało w karpackim rodzaju *Vestia* [1]. Obserwowano tu zarówno typową żyworodność (*V. turgida*) jak i składanie jaj zawierających embriony w początkowym (*V. gulo*) lub zaawansowanym stadium rozwoju (*V. elata*). Wyniki obserwacji laboratoryjnych zweryfikowano analizując bogaty materiał ślimaków *V. gulo* i *V. turgida* zebranych z naturalnych populacji i oceniając stopień rozwoju jaj znajdujących się w jajowodzie [2]. Stopień rozwoju jaja określano na podstawie wielkości znajdującej w nim muszli embrionalnej. Dla badanych gatunków maksymalna wielkość muszli embrionalnych była istotnie różna, co potwierdzało zaobserwowane w hodowli różnice w strategiach rozrodczych. Różnice pomiędzy gatunkami, dotyczące liczby przetrzymywanych jaj oraz liczby jaj w złożach, były istotne statystycznie, natomiast płodność w ciągu sezonu u wszystkich gatunków była zbliżona i charakteryzowała się dużą zmiennością osobniczą. Wykazano szereg powiązań pomiędzy poszczególnymi elementami historii życiowych u badanych świdrzyków. Ze strategią rozrodu skorelowane były takie cechy jak: liczba jaj, stopień rozwoju embrionów i długość inkubacji jaj po złożeniu. Z krótszą retencją jaj (embriony mniej zaawansowane w rozwoju) skorelowane są między innymi takie elementy strategii rozrodczej jak większa liczba produkowanych jednorazowo embrionów oraz dłuższy okres inkubacji jaj po ich złożeniu. Odpowiednio, gatunek przetrzymujący w jajowodzie jaja z embrionami najbardziej zaawansowanymi w rozwoju produkował jednorazowo najmniejszą liczbę jaj, a składane jaja przechodziły bardzo krótką inkubację lub nawet młode wykluwały się jeszcze w ciele rodzica. Wykazano także, że udział dorosłych osobników przystępujących do rozrodu (ciężarnych) i stopień rozwoju jaj znajdujących w jajowodzie zmieniał się w trakcie sezonu wegetacyjnego. Osobniki ciężarne notowano od początku maja do końca sierpnia, a ich liczebność w próbach była największa na przełomie maja i czerwca. Zróżnicowanie strategii rozrodczych prawdopodobnie wpływa na zakres tolerancji ekologicznej badanych gatunków. *Vestia turgida*, gatunek mezofilny, o najszerszym zasięgu pionowym w Karpatach, reprezentuje strategię najbardziej zaawansowanej opieki nad potomstwem, co jest prawdopodobnie korzystne w warunkach surowego i nieprzewidywalnego klimatu wysokogórskiego. Natomiast *V. gulo*, który żyje w miejscach stale wilgotnych (źródlika, brzegi wód), ma strategię krótkiej retencji jaj. W jego siedlisku przetrzymywanie embrionów w jajowodzie aż do wylęgu nie zwiększa sukcesu reprodukcyjnego. A zatem korzystniejsza jest rezygnacja z długiej opieki nad potomstwem, na rzecz produkowania większej liczby jaj w najkorzystniejszym okresie sezonu wegetacyjnego.



Kolejny etap badań stanowiło porównanie przebiegu cyklu życiowego w populacjach tego samego gatunku żyjących w odmiennych warunkach środowiskowych [3]. Do tej analizy wybrano świdrzyka *Vestia gulo*, gatunek występujący w Karpatach, w siedliskach o dużej i stabilnej wilgotności, ale o zróżnicowanym reżimie termicznym. Badania terenowe prowadzone w Pienińskim Parku Narodowym i Gorczańskim Parku Narodowym na stanowiskach położonych pomiędzy 425 m n.p.m. a 1150 m n.p.m. polegały na regularnych, comiesięcznych odłowach ślimaków, przyżyciowych pomiarach i znakowaniu muszli. Określono w ten sposób zmiany struktury wiekowej populacji w sezonie wegetacyjnym, tempo wzrostu osobników młodocianych w warunkach naturalnych, a także okres pojawiania się młodych. Badania terenowe na każdym stanowisku obejmowały co najmniej dwa sezony wegetacyjne, podczas których łącznie zmierzono i oznakowano ponad 8500 osobników. Dzięki zastosowaniu automatycznych rejestratorów temperatury możliwe było bezpośrednie odniesienie różnicy w tempie wzrostu ślimaków do zróżnicowania termicznego zajmowanych przez nie stanowisk. Uzyskane w tej pracy wyniki świadczą, że roczny przebieg temperatury ma znaczący wpływ na dynamikę populacji badanego świdrzyka i tempo wzrostu poszczególnych osobników. W populacjach *V. gulo* zamieszkujących najniżej położone stanowiska ślimaki potrzebowały zaledwie 10 miesięcy na uzyskanie ostatecznych rozmiarów muszli. Natomiast młode z populacji żyjących na najwyższym położonym stanowisku kończyły wzrost dopiero po trzech latach. Takie zróżnicowanie cyklu życiowego, zależne od czynników abiotycznych, zostało opisane po raz pierwszy u Clausiliidae. Natomiast obserwacje dorosłych znakowanych osobników wskazujące, że ślimaki żyją co najmniej 3 lata po zakończeniu wzrostu muszli, potwierdziły wcześniejsze dane o długowieczności Clausiliidae [7, 32]. Dodatkowo wykazano, że populacje żyjące na najwyższym położonym stanowisku charakteryzują się zmienionym kształtem muszli, co może być uznane za adaptację do niższych temperatur (zmniejszanie powierzchni ciała w stosunku do jego objętości), a także mniejszą wielkością muszli (wysokość i liczba skrętów), co jest strategią pozwalającą na skrócenie czasu potrzebnego do uzyskania dojrzałości. Świdrzyki z tej populacji rozpoczynały budowę aparatu zamykającego przy stosunkowo małych rozmiarach muszli, w konsekwencji wzrost muszli kończył się wcześniej i wcześniej rozpoczynało się dojrzewanie płciowe. Karłowatość, opisana wcześniej u ślimaków z rodziny Helicidae, uznawana jest za formę neotenui faworyzowanej przez dobór naturalny w górach, w warunkach krótkiego sezonu wegetacyjnego [33].

Dzięki połączeniu długoterminowych badań terenowych i laboratoryjnych nad rozrodem ślimaków z rodzaju *Vestia* [2, 3] uzyskano kompletny i szczegółowy obraz zróżnicowania ich strategii życiowych. Jest to jedno z niewielu opracowań porównawczych dla blisko spokrewnionych gatunków ślimaków lądowych w literaturze światowej.

Następny etap moich badań [4] dotyczył uwarunkowań rozrodu, związanych ze zróżnicowaniem klimatu w obrębie szerokiego zasięgu geograficznego świdrzyków. Dla organizmów występujących w Europie ważny gradient makroklimatyczny stanowi przejście od klimatu oceanicznego na zachodzie do kontynentalnego na wschodzie kontynentu [34]. Klimat oceaniczny z mniejszymi wahaniami temperatur i opadów w ciągu roku w inny sposób wpływa na podejmowanie aktywności rozrodczej ślimaków, niż klimat kontynentalny charakteryzujący się mroźną zimą i suchym, upalnym latem. Można przypuszczać, że czas trwania sezonu rozrodczego, wielkość lęgu i rozwój embrionów powinien zmieniać się w przypadku europejskich gatunków wzdłuż osi wschód – zachód. Do badań nad tym zagadnieniem wybrano świdrzyka *Alinda biplicata*, charakteryzującego się szerokim zasięgiem w Europie. Jest to gatunek żyworodny, ale niektórzy autorzy podają, że w



korzystnych warunkach (klimat oceaniczny?) jego strategia rozrodu zmienia się na jajorodność [23]. Jeśli *A. biplicata* może redukować zakres opieki rodzicielskiej, to w zachodnich populacjach gatunku jaja w jajowodzie byłyby przetrzymywane krócej i będą osiągać mniejsze rozmiary niż w populacjach na wschodnim krańcu zasięgu. Aby zweryfikować te przypuszczenia przeanalizowano materiał z 8 stanowisk położonych między 7° i 19° E zebrany podczas całego sezonu wegetacyjnego. Zbadano zawartość jajowodu u ponad 1700 ślimaków, określono liczbę rozwijających się embrionów i stopień ich rozwoju. Wykorzystując metodę regresji logistycznej, zidentyfikowano sezonowe czynniki środowiskowe, warunkujące obecność embrionów w jajowodzie (70,9 % wyjaśnionej zmienności). Liczba osobników ciężarnych zwiększała się w miesiącach roku charakteryzujących się wyższą temperaturą i większym opadem atmosferycznym, ale przy takich samych warunkach pogodowych aktywność rozrodcza ślimaków jest bardziej nasiloną w miesiącach wiosennych (marzec-czerwiec) niż w letnich i jesiennych. Wskazuje to na modulujący wpływ zwiększającej się długości dnia na rozród świdrzyków. Stwierdzono, że przetrzymywanie jaj nie występuje w okresie zimy i rozpoczyna się razem z początkiem sezonu wegetacyjnego, a zatem wcześniej w zachodniej części zasięgu *A. biplicata* niż w jego części wschodniej. W konsekwencji, stopień zaawansowania rozwoju embrionów wczesną wiosną zmienia się według gradientu czasowo-przestrzennego. W trakcie okresu rozrodczego zmniejsza się liczba jaj w jajowodzie, co świadczy o stopniowym rodzeniu młodych, które nie są natychmiast zastępowane przez nowe zapłodnione jaja. Taka strategia ogranicza prawdopodobnie straty lęgu związane z presją drapieżników. Stwierdzono, że na obszarach, gdzie zima jest łagodna, *A. biplicata* przystępuje do rozrodu po raz drugi późnym latem. Na obszarze całego zasięgu, embriony znajdowane w jajowodzie osiągały zbliżoną wielkość, co przeczy doniesieniom o zmianie strategii rozrodu tego świdrzyka na jajorodność pod wpływem korzystnych warunków środowiskowych.

Analiza zasięgów geograficznych świdrzyków w Europie wskazuje, że formy żyworodne unikają obszarów suchych. W warunkach stresu, jakim jest niedobór wody, dochodzi prawdopodobnie do konkurencji między potomstwem a ciężarnym rodzicem, powodującej zakłócenia w rozwoju jaj [35]. Konkurencja może mieć różną formę, na przykład embriony mogą być usuwane z jajowodu przedwcześnie, co narazi je na wysychanie, lub rozwój jaj pozostających w jajowodzie ulegnie spowolnieniu lub zatrzymaniu. Możliwe jest także obumarcie embrionów lub wzrost śmiertelności ciężarnych dorosłych, które nie mogąc wciągnąć ciała głęboko do muszli są bardziej narażone na wysychanie. Zagadnienia te nigdy wcześniej nie były badane u żyworodnych ślimaków lądowych. Do zweryfikowania przypuszczeń przeprowadzono eksperyment laboratoryjny na świdrzyku *A. biplicata*, który został poddany długotrwałej suszy [5]. W doświadczeniach, przeprowadzonych w szczycie aktywności rozrodczej gatunku, nie stwierdzono śmiertelności ciężarnych osobników dorosłych. W warunkach suszy nie obserwowano rodzenia młodych, ale tylko niewielki procent jaj znajdujących się w jajowodzie obumierał – reszta rozwijała się i wylegała z osłon jajowych. Nie obserwowano produkcji nowych jaj, co skutkowało niskim sukcesem rozrodczym ślimaków poddanych eksperymentalnej suszy. W kontrolnych warunkach stałej wilgotności, ślimaki rodziły potomstwo, a następnie przystępowały do inkubacji kolejnej partii zapłodnionych jaj. Zaobserwowany mechanizm sprawia, że w jajowodzie *A. biplicata* zazwyczaj znajdują się jaja w tej samej fazie rozwoju, co w klasyfikacji Tompy [9] odpowiada tzw. „assembly line formation”. Wydaje się to być zjawisko typowe dla grupy gatunków żyworodnych i przetrzymujących jaja o średnich i dużych rozmiarach muszli, żyjących w warunkach klimatu z silnie zaznaczoną sezonowością. Ślimaki te koncentrują swój wysiłek reprodukcyjny w ciągu krótkiego okresu w roku. Natomiast gatunki żyjące



w asezonowym klimacie tropikalnym lub w stałych warunkach laboratoryjnych wydają się reprezentować drugi typ dynamiki rozrodu, polegający na ciągłej produkcji niewielkich miotów.

W ostatniej pracy przedstawionego cyklu [6] podjęłam – razem ze współpracownikami z Uniwersytetu Śląskiego – tematykę relacji pomiędzy budową muszli a strategiami rozrodczymi Clausiliidae. W szczególności interesowała nas zależność pomiędzy budową aparatu zamykającego (CA) a występowaniem jajorodności i żyworodności u blisko spokrewnionych gatunków. Założyliśmy, że szerokość przejścia pomiędzy listewkami CA w otworze muszli może być kluczową cechą limitującą wielkość rodzonego potomstwa (*neonates*) ślimaków żyworodnych. Przeprowadziliśmy pierwsze na świecie badania biometryczne dotyczące drożności tej struktury. Do analizy porównawczej potrzebne było uzyskanie serii przekrojów muszli, a następnie wykonanie pomiarów odległości pomiędzy listewkami CA. Osiągnięto to dzięki zastosowaniu techniki mikrotomografii komputerowej (XMT), która umożliwia badanie budowy wewnętrznej zwierząt bez jej zniszczenia. Stworzyliśmy też algorytm dedykowany pomiarom we wnętrzu muszli na podstawie danych trójwymiarowych uzyskanych w mikrotomografii. Został on zaprojektowany, by naśladować ruch embrionu wewnątrz kanału muszli i umożliwiać wpisanie największej możliwej sfery (która w przybliżeniu odpowiada kształtowi embrionu) w danym miejscu. Materiał do badań stanowiły muszle należące do 9 gatunków Clausiliidae: trzech gatunków żyworodnych, trzech przetrzymujących jaja w jajowodzie podczas pierwszych etapów rozwoju embrionalnego i trzech gatunków jajorodnych. Na wyniki przeprowadzonych badań składają się wizualizacje przedstawiające wnętrze muszli świdrzyków wraz z ułożeniem embrionów oraz serie pomiarów kanału muszli. Wykazaliśmy, że świdrzyki żyworodne mają zmodyfikowane aparaty zamykające – przejście pomiędzy listewkami jest u nich wyraźnie szersze niż w przypadku gatunków jajorodnych. Średnica przekroju ostatniego skreću u gatunków żyworodnych wynosi około 32% średnicy muszli, podczas gdy u gatunków jajorodnych tylko 15-17%. Dla porównania średnica przekroju skreću przedostatniego u obu grup ślimaków stanowi ok. około 40% średnicy muszli. Potwierdziliśmy nasze przypuszczenie, że u wszystkich gatunków żyworodnych dochodzi do poszerzania kanału muszli. Zjawisko to, było wcześniej odnotowane tylko dla świdrzyka *Balea perversa*, u którego aparat zamykający uległ daleko posuniętemu uwstecznieniu [22, 27]. W przypadku *B. perversa* adaptacja muszli do rodzenia młodych spowodowała, że CA przestał pełnić tu funkcje ochronne. W naszej pracy pokazaliśmy, że w przypadku żyworodnych *A. biplicata* i *V. turgida* listewki nie uległy redukcji, ale przejście przez kanał muszli uległo poszerzeniu. Przypuszczalnie przebudowa aparatu zamykającego (zwiększenie jego drożności) była możliwa w sytuacji, kiedy osłabły niektóre czynniki selekcyjne działające na zwierzęta, np. nie występowały epizody suszy zwiększające śmiertelność ślimaków. Sądzymy, że ewolucji w kierunku żyworodności sprzyjała przede wszystkim duża i stała wilgotność środowiska. Taki wniosek potwierdza analiza występowania żyworodnych świdrzyków – spotykane są one na obszarach oddziaływania klimatu oceanicznego, w siedliskach łągowych i w górach.

W omawianej pracy [6] pokazaliśmy istnienie zależności między kształtem muszli, strategią rozrodu (wielkość potomstwa w chwili porodu) a środowiskiem abiotycznym. Uzyskane wyniki wpisują się w trwającą obecnie dyskusję nad ekologicznymi uwarunkowaniami morfologii muszli ślimaków [20, 21]. Zauważona prawidłowość dotyczy prawdopodobnie także innych grup ślimaków lądowych – na przykład zależność pomiędzy stopniem ochrony przed wysychaniem (mała powierzchnia otworu muszli) a rozmiarami osobników młodocianych występuje u gatunków z rodziny Subulinidae.



### Podsumowanie

Przedstawione powyżej publikacje dotyczące ekologii rozrodu Clausiliidae są jednymi z nielicznych opracowań porównawczych dotyczących strategii rozrodczych u grupy blisko spokrewnionych gatunków ślimaków lądowych, opartymi zarówno na danych laboratoryjnych i terenowych. Uwzględniono w nich, dotychczas zaniechaną w badaniach malakologicznych, zmienność wewnątrzgatunkową niektórych parametrów historii życiowych i jej adaptacyjne znaczenie w warunkach środowiskowych, w których żyją poszczególne populacje.

Szczególną uwagę poświęcono występowaniu żyworodności u świdrzyków. Po raz pierwszy opisano sezonowe zmiany dotyczące liczby i rozwoju inkubowanych zarodków oraz doświadczalnie potwierdzono negatywny wpływ suszy na płodność ślimaków żyworodnych.

Opracowano nowatorską metodę pozwalającą na pomiary biometryczne wnętrza muszli ślimaków i za jej pomocą wykazano istnienie przystosowawczych zmian w obrębie aparatu zamykającego, które polegają na poszerzeniu kanału muszli u świdrzyków żyworodnych.

### Literatura uzupełniająca

- [1 – 6] prace wchodzące w skład zbioru habilitacyjnego, wymienione w pkt. 4.2.
- [7] Heller J. 2001. Life history strategies. In: *The biology of terrestrial molluscs* (G. M. Barker, ed.), pp. 413–445. CABI Publishing, Wallingford.
- [8] Tompa A.S. 1979a. Studies on the reproductive biology of gastropods: Part 1. The systematic distribution of egg retention in the subclass Pulmonata (Gastropoda). *Journal of Malacological Society of Australia*, 4: 113–120.
- [9] Tompa A.S. 1979b. Oviparity, egg retention and ovoviviparity in Pulmonates. *Journal of Molluscan Studies*, 45: 155-160.
- [10] Clutton-Brock T.H. 1991. *The evolution of parental care*. Princeton University Press, Princeton.
- [11] 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.
- [12] Heller J. 1993. Hermaphroditism in molluscs. *Biological Journal of Linnean Society*, 48, 19-42
- [13] Glaubrecht M. 2006. Independent evolution of reproductive modes in viviparous freshwater Cerithioidea (Gastropoda, Sorbeoconcha) – a brief review. *Basteria*, suppl. 3, 23-28.
- [14] Köhler F., Rintelen T.v., Meyer A., Glaubrecht M. 2004. Multiple origin of viviparity in Southeast Asian gastropods (Cerithioidea: Pachychilidae) and its evolutionary implications. *Evolution*, 58: 2215-2226.
- [15] Roff D. A. 1992. *The evolution of life histories: theory and analysis*. Springer. MIASTO
- [16] Baur B. 1994. Parental care in terrestrial gastropods. *Experientia*, 50: 5–14.
- [17] Owiny A. M. 1974. Some aspects of the breeding biology of the equatorial land snail *Limicolaria martensiana* (Achatinidae: Pulmonata). *Journal of Zoology*, 172: 191-206.
- [18] Heller J., Sivan N., Hodgson A. N. 1997. Reproductive biology and population dynamics of an ovoviviparous land snail *Lauria cylindracea* (Pupillidae). *Journal of Zoology* 243: 263-280.



- [19] Goodfriend G.A. 1986. Variation in land-snail shell form and size and its causes: a review. *Systematic Zoology*, 35: 204-223.
- [20] Schilthuizen M., van Til A., Salverda M., Liew Th., James S.S., Elahan B., Vermeulen J.J. 2006. Microgeographic evolution of snail shell shape and predator behavior. *Evolution*, 60: 1851-1859.
- [21] Wada S., Chiba S. 2013. The Dual Protection of a Micro Land Snail against a Micro Predatory Snail. *PLoS ONE* 8(1): e54123. doi:10.1371/journal.pone.0054123
- [22] Pokryszko B.M. 1997. Land snail apertural barriers – adaptation or hindrance? (Gastropoda: Pulmonata). *Malakologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden*, 18: 239-248.
- [23] Likharev I. M. 1962. *Klauziliidy (Clausiliidae)*. Fauna SSSR, N.S. 83, Mollyuski III, 4. Moskva-Leningrad, 317 pp.
- [24] Nordsieck H. 2007. *Worldwide Door Snails (Clausiliidae), recent and fossil*. ConchBooks. Hackenheim.
- [25] Gittenberger E. 2000. Alternative pathways in the development of the clausilial apparatus in shells of *Albinaria* and *Isabellaria* (Gastropoda, Pulmonata, Clausiliidae). *Basteria*, 64: 29-32.
- [26] Páll-Gergely B., Németh L. 2008. Observations on the breeding habits, shell development, decollation, and reproductive anatomy of *Pantophaedusa funiculum* (Mousson 1856) (Gastropoda, Pulmonata, Clausiliidae, Phaedusinae). *Malacologica Bohemoslovaca*, 7: 11–14.
- [27] Maltz T. K., Pokryszko B. P. 2009. *Macrogastra badia* (C. Pfeiffer, 1828) (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae) in Zieleniec (Bystrzyckie Mts, Central Sudetes) – ecology, conservation status and life history – preliminary data. *Folia Malacologica*, 17: 53–62.
- [28] Frömring, E. 1954. *Biologie der mitteleuropäischen Landgastropoden*. Duncker und Humblot, Berlin.
- [29] 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.
- [30] Szybiak K. 2010. *Ruthenica filograna* (Rossmässler, 1836) (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae). Structure, variation, life cycle, ecology and distribution. Kontekst, Poznań.
- [31] Mamatkulov A. L. 2007. Breeding biology of some east european Clausiliidae species (Mollusca, Pulmonata). *Zool. Zhur.* 86: 415-420.
- [32] Piechocki A. 1982. Life cycle and breeding biology of *Vestia elata* (Rossm.) (Gastropoda, Clausiliidae). *Malacologia*, 22: 219-223.
- [33] Baur B., Raboud Ch. 1988. Life history of the land snail *Arianta arbustorum* along an altitudinal gradient. *Journal of Animal Ecology*, 57: 72-87.
- [34] Metzger M. J., Bunce R. G. H., Jongman R. H. G., Múcher C. A., Watkins J. W. 2005. A climatic stratification of the environment of Europe. *Global Ecology and Biogeography*, 14: 549–563.
- [35] Royle N.J., Smiseth P.T., Kölliker M. 2012. *The Evolution of Parental Care*. Oxford University Press, Oxford.

## 5. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze

Parametry bibliometryczne mojej działalności naukowej zostały zaprezentowane w podsumowaniu autoreferatu, a kompletną ich listę zawiera załącznik nr 3. Poniżej przedstawiłam ogólny zarys poruszanej przeze mnie tematyki badawczej.

Główny nurt moich badań po doktoracie stanowiło opracowanie cykli życiowych ślimaków z rodziny Clausiliidae, ze szczególnym uwzględnieniem zjawiska żyworodności u tych zwierząt. Na realizację prac uzyskałam finansowanie w postaci dwóch projektów MNiSW w latach 2006-2009 i 2011-2014 (Zał. 3, pkt. II. F. 2-3). Poza sześcioma pracami przedstawianymi do oceny jako osiągnięcie naukowe (Zał. 3, pkt. I. B), opublikowałam samodzielnie lub we współautorstwie szczegółowe dane o biologii rozrodu *Vestia elata*, *V. ranojevici*, *Balea fallax*, *B. stabilis* i *Alinda biplicata* w warunkach laboratoryjnych oraz o przebiegu retencji jaj *Balea fallax* w cyklu rocznym (Zał. 3, pkt II. A.6-8, B. 11-13, 16). Badane przeze mnie gatunki, poza szeroko rozmieszczonym świdrzykiem dwufałdkowym *Alinda biplicata*, to endemity bądź subendemity karpackie, uznawane za gatunki zagrożone wyginięciem. W tym kontekście na uwagę zasługują przede wszystkim opracowania cykli życiowych gatunków krytycznie zagrożonych w Karpatach: *Vestia elata* (także pod ochroną prawną w Polsce) i *Vestia ranojevici*. Przeprowadzona hodowla laboratoryjna tych świdrzyków dostarczyła informacji o biologii rozrodu, niezbędnych do zaplanowania działań ochronnych dla tych gatunków, a ponadto pozwoliła na opracowanie metody umożliwiającej utrzymywanie tych ślimaków w warunkach sztucznych, co można w przyszłości wykorzystać w celu namnażania i zasilania naturalnych populacji.

Prawidłowości dotyczące ewolucji strategii rozrodczych u bezkręgowców przedstawiłam w popularnonaukowym tekście w czasopiśmie Kosmos (Zał. 3, pkt. II. B. 10).

W latach 2007-2009 przeprowadziłam analizę dynamiki trzech populacji *Vestia turgida* w Tatrzańskim Parku Narodowym, co pozwoliło poznać wewnątrzgatunkową zmienność niektórych parametrów cyklu życiowego tego ślimaka w gradiencie pionowym pomiędzy 965 m a 1665 m nad poziomem morza, a w szczególności pozwoliło opisać roczne zmiany struktury wiekowej populacji oraz przyrosty muszli u oznakowanych osobników (Zał. 3, pkt. II. B. 50).

Bezpośrednio z badaniami nad ekologią rozrodu świdrzyków związane były realizowane przez mnie prace dotyczące ich rozwoju ontogenetycznego, w których wykazano, że wzrost muszli i dojrzewanie płciowe odbywa się u świdrzyków według powtarzalnego wzorca, nieznanego wcześniej u Gastropoda. Wzrost muszli świdrzyków zachodzi jedynie w fazie młodocianej cyklu życiowego i kończy się z chwilą wybudowania aparatu zamykającego i wywniętej wargi (wzrost zdeterminowany). W temperaturze pokojowej i przy wysokiej wilgotności proces ten trwa od 3 do 6 miesięcy, a tempo przyrostu muszli jest najszybsze w trakcie budowy ostatniego skrętu i aparatu zamykającego (CA). W tym ostatnim okresie muszla jest bardzo mało wytrzymała i podatna na uszkodzenia mechaniczne, a zatem szybkie tempo wzrostu w okresie budowy CA jest ważną adaptacją świdrzyków. Zmiany zachodzące w trakcie rozbudowy aparatu zamykającego u ślimaków *Vestia gulo* i *V. turgida* opisałam i udokumentowałam obrazami z mikroskopu skaningowego (Zał. 3, pkt. II. B. 7). Było to



pierwsze opracowanie kształtowania się CA dla podrodziny Baleinae, a drugie dla całej rodziny Clausiliidae.

Obserwacje wzrostu muszli przyczyniły się do opracowania koncepcji badań anatomicznych i histologicznych nad dojrzewaniem świdrzyków, podjętych w ramach kierowanego przeze mnie projektu MNiSW (Zał. 3, pkt. II. F. 2) i realizowanych we współpracy z dr Tomaszem Maltzem z Muzeum Przyrodniczego Uniwersytetu Wrocławskiego. W projekcie testowaliśmy założenie, że szybkie tempo budowy ostatniego skrętu muszli, może być osiągnięte dzięki alokacji na ten proces znacznej części dostępnej energii, co z kolei wymaga zwolnienia innych procesów rozwojowych (na przykład dojrzewania płciowego). Hipoteza została zweryfikowana w oparciu o analizy anatomiczne (rozwój elementów układu rozrodczego) i histologiczne (aktywność gonady) ślimaków z rodzaju *Vestia* w różnych stadiach rozwojowych. Wyniki tych badań pozwoliły na zakwestionowanie przyjmowanej dotąd powszechnie opinii (por. Likharev 1962), że wytworzenie wywiniętej wargi świadczy o dojrzałości płciowej ślimaka. Strategia czasowego rozdzielenia energetycznie kosztownych procesów: budowy ostatniego skrętu muszli z aparatem zamykającym oraz dojrzewania układu rozrodczego powoduje, że świdrzyki stosunkowo późno przystępują do rozrodu. Jest to adaptacja pozwalająca na skróceniu okresu, w którym muszla jest najmniej odporna na uszkodzenia mechaniczne. Taki typ wzrostu ślimaków został opisany po raz pierwszy w literaturze światowej, a publikacja ukazała się na łamach *Journal of Molluscan Studies* (Zał. 3, pkt. II. A. 5).

Uzupełnienie badań nad cyklami życiowymi świdrzyków *V. gulo* i *V. turgida* stanowiła analiza aktywności dojrzałej gonady w cyklu rocznym wykonana przeze mnie we współpracy z dr Tomaszem Maltzem (Zał. 3, pkt. II. A. 3). Przy ocenie aktywności gonady w poszczególnych miesiącach brano pod uwagę rodzaj obserwowanego procesu (oogeneza, spermatogeneza: spermatocytogeneza i spermioogeneza) oraz szacunkową liczbę komórek danego typu (komórki w profazie mejozy, komórki dzielące się mitotycznie, niewielkie oocyty z dużym, wypełniającym niemal całą objętość komórki jądrem, oocyty prewitelogeniczne, oocyty we wstępnej fazie witelogenezy, duże oocyty witelogeniczne; spermatoocyty tworzące rozety, spermatoocyty, niedojrzałe plemniki z witkami w trakcie formowania się, pakiety dojrzałych plemników). Uzyskane w badaniach aktywności gonady informacje są zgodne z obserwacjami aktywności rozrodczej świdrzyków (kopulacja, retencja jaj) w warunkach terenowych.

W ostatnim okresie – realizując razem z dr. T. Maltzem i dr. I. Jędrzejowską z Uniwersytetu Wrocławskiego projekt MNiSW „Adaptacje do jajożyworodności u ślimaków lądowych” (Zał. 3, pkt. II. F. 3) – podjęłam poszukiwania adaptacji anatomicznych i histologicznych układu rozrodczego Clausiliidae do zróżnicowanych typów rozrodu. Dotychczas opublikowane wyniki, dotyczące budowy nabłonka spermowiduktu i wolnego jajowodu, elementów układu rozrodczego, które biorą u świdrzyków udział w przetrzymywaniu jaj, są pierwszymi w literaturze malakologicznej doniesieniami o histologii blisko spokrewnionych gatunków ślimaków o odmiennych strategiach rozrodu (Zał. 3, pkt. II. B. 15). Ten wątek badawczy jest obecnie rozwijany przez nasz zespół z wykorzystaniem zaawansowanych technik histologicznych i histochemicznych. Badania mają na celu weryfikacje przypuszczeń dotyczących odżywiania embrionów znajdujących się w jajowodzie poprzez wydzieliny produkowane przez nabłonek osobnika rodzicielskiego.

Prowadzone przeze mnie badania biologii rozrodu Clausiliidae wskazują, że gatunki należące do różnych rodzajów taksonomicznych mają zdolność do żyworodności i przetrzymywania



jaj. Aby potwierdzić przypuszczenia, że ewolucja tych strategii zachodziła niezależnie u różnych grup świdrzyków, w 2013 roku rozpoczęłam badania nad pokrewieństwem gatunków w obrębie tej grupy z wykorzystaniem metod molekularnych. Wstępna analiza filogenetyczna zmienności fragmentu mitochondrialnego genu COI dla 9 gatunków należących do podrodziny Baleinae wskazuje, że strategia opieki nad potomstwem powstała wielokrotnie w obrębie tej podrodziny (Zał. 3, II. G. 34).

W ciągu całej aktywności zawodowej, równoległe do projektów dotyczących cykli życiowych Clausiliidae, prowadziłam badania synekologiczne poświęcone zgrupowaniom ślimaków lądowych. Ta tematyka obecna jest w mojej aktywności naukowej od czasu przygotowania pracy magisterskiej i doktorskiej. Moje badania dotyczą przede wszystkim fauny Karpat i czynników ekologicznych wpływających na kształtowanie się malakocenozy (skład jakościowy, struktura dominacji) w górskich siedliskach leśnych (Zał. 3, pkt. II. A.1-2). Analizy ilościowe malakocenozy prowadziłam także w rejonie Polski Środkowej (Zał. 3, p. II. B. 14). Skupiały się one na porównaniach współwystępowania gatunków mięczaków wodnych i lądowych w różnych mikrosiedliskach na terenie lasów łęgowych, ze szczególnym uwzględnieniem fauny związanej z martwym drewnem. Praca dotycząca tego zagadnienia, przygotowana we współpracy z dr hab. H. Kappes, z Naturalis Biodiversity Center, jest obecnie w recenzji. Podejmowane przeze mnie badania terenowe zaowocowały także publikacjami faunistyczno-ekologicznymi na temat malakofauny obszarów chronionych w Polsce Środkowej, takich jak Park Krajobrazowy Wzniesień Łódzkich, rezerwaty Grądy nad Lindą, Grądy nad Moszczenicą, Polesie Konstantynowskie (Zał. 3, pkt. II. B. 8-9). Zebrałam i opracowałam także malakofaunę rezerwatów Dąbrowa Grotnicka, Piskorzaniec, Czarna Różga, Bukowa Góra, Góra Chełmo, Jawora, Murawy Dobromierskie, Oleszno, Wojślawice, Jabłecznik i Gać Spalska; zgromadzone dane przygotowywane są do publikacji. W okolicach Łodzi znalazłam stanowiska gatunków rzadkich dla Polski Środkowej (np. *Acicula polita*, *Vertigo angustior*, *Vertigo moulinsiana*, *Ruthenica filograna*, *Clausilia cruciata*, *Trochulus lubomirskii*), a także udokumentowałam zmiany w malakofaunie jednego z łódzkich parków, związane z narastającą antropopresją (Zał. 3, pkt. II. B. 6).

W latach 2009-2010 wzięłam udział w projekcie realizowanym przez zespół prof. Jerzego Bańbura z Uniwersytetu Łódzkiego, dotyczącym ekologii rozrodu sikor w siedliskach leśnych i parkowych. Celem podjętych wspólnie badań była ocena relacji między liczebnością oskorupionych ślimaków lądowych, które w okresie sezonu lęgowego wykorzystywane są przez ptaki, jako źródło wapnia potrzebnego do produkcji osłon jajowych, a strategią rozrodu sikor w tych siedliskach. Większa liczebność ślimaków w środowisku parkowo-ogrodowym, a przez to lepsza dostępność wapnia w okresie lęgowym sikor, okazała się istotna dla samic sikory modrej, które składały większe jaja, w porównaniu z sikorami gniazdującymi w środowisku leśnym. Jednocześnie nie stwierdzono takiej zależności u sikory bogatki, co może wynikać z tego, że bogatka pozyskuje pokarm, w tym wapń, z bardziej różnorodnego pokarmu niż sikora modra. W omawianym projekcie do analizy danych zastosowano metodę sieci neuronowych Kohonena (Zał. 3, pkt. II. A. 4).

W latach 2005-2007 brałam udział w międzynarodowym programie *Fauna Europaea NAS extension*, którego celem była weryfikacja list zwierząt wykazanych ze wszystkich krajów Europy i stworzenie jednolitej, publicznie dostępnej internetowej bazy taksonomicznej. Działania te dla Polski koordynował Instytut Zoologii PAN w Warszawie oraz Katedra Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego. Dodatkowym efektem tej pracy było wydanie opracowania książkowego pt. „Fauna Polski”, zawierającego aktualne listy gatunków zwierząt wykazanych w naszym kraju oraz charakterystykę rozmieszczenia



geograficznego, ekologii i biologii grup taksonomicznych. W publikacji tej jestem autorem 32 rozdziałów poświęconych rodzinom ślimaków lądowych (Zał. 3, pkt. II. B. 18-49). Do chwili obecnej stanowi ona najpełniejsze zestawienie różnorodności faunistycznej naszego kraju.

Podsumowanie mojego dorobku naukowego zawiera poniższe zestawienie:

**Dorobek naukowy przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora**

- |  |   |
|--|---|
| • Liczba publikacji w czasopismach naukowych       | 4 |
| w tym w czasopismach z bazy JCR                    | - |
| • Liczba monografii<br>i rozdziałów w monografiach | - |
| • Liczba komunikatów na konferencjach naukowych    | 7 |

**Dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia naukowego doktora**

- |  |      |
|--|------|
| • Liczba publikacji w czasopismach naukowych       | 25   |
| w tym w czasopismach z bazy JCR                    | 14   |
| • Liczba monografii<br>i rozdziałów w monografiach | 37   |
| • Liczba komunikatów na konferencjach naukowych    | 29   |
| • Sumaryczny Impact Factor                         |      |
| wg roku wydania                                    | 12,9 |
| średni 5-letni                                     | 14,6 |
| • Łączna liczba punktów MNiSW                      |      |
| wg roku wydania                                    | 401  |
| wg aktualnej listy                                 | 491  |
| • Indeks Hirscha                                   | 5    |
| • Liczba cytowań wg bazy Web of Science            | 80   |
| Liczba cytowań bez autocytowań                     | 40   |

*Anna Drozd*