KOSMOS
PROBLEMY NAUK BIOLOGICZNYCH

Tom 66 2017
Numer 2 (315)
Strony 261–271

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika

JÓZEF RÓŻAŃSKI, KRYSTYNA ŻUWAŁA

Zakład Anatomii Porównawczej
Instytut Zoologii i Badań Biomedycznych
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
ul. Gronostajowa 9, 30-387 Kraków
E-mail: jozef.rozanski@doctoral.uj.edu.pl

TRASZKI I SALAMANDRY – ŻYCIE NA GRANICY ŚRODOWISK NA PRZYKŁADZIE PRZEDSTAWICIELI RODZINY SALAMANDROWATYCH

WSTĘP

Przedstawiciele rodziny salamandrowatych od wieków intrygowali badaczy. Pierwsza zachowana deskrypcja salamander, spisana przez Pliniusza Starszego w I w. naszej ery, opisywała gwieździście ubarwione jaszczury, pojawiające się na powierzchni ziemi jedynie w trakcie ulewnych deszczy. Opowiadane przez wieki historie o tajemniczych stworzeniach, wybiegających spośród płomieni z pniaków rozpalanych przez chcących rozgrzać się w podróży wędrowców, zapewniły salamandrom miejsce w licznych mitach i legendach. Stworzenia te nazwano salamandrami, co w języku perskim oznacza „żyjące w ogniu". Sam Leonardo da Vinci pisał na przełomie XV i XVI w. w swych rozprawach o zwierzętach bez organów trawiennych, czerpiących energię z ognia. Najbliższych krewnych salamander (obecnie traszki) określono wywodzącym się z mitologii greckiej mianem trytonów, czyli posłańców morskich głębin.

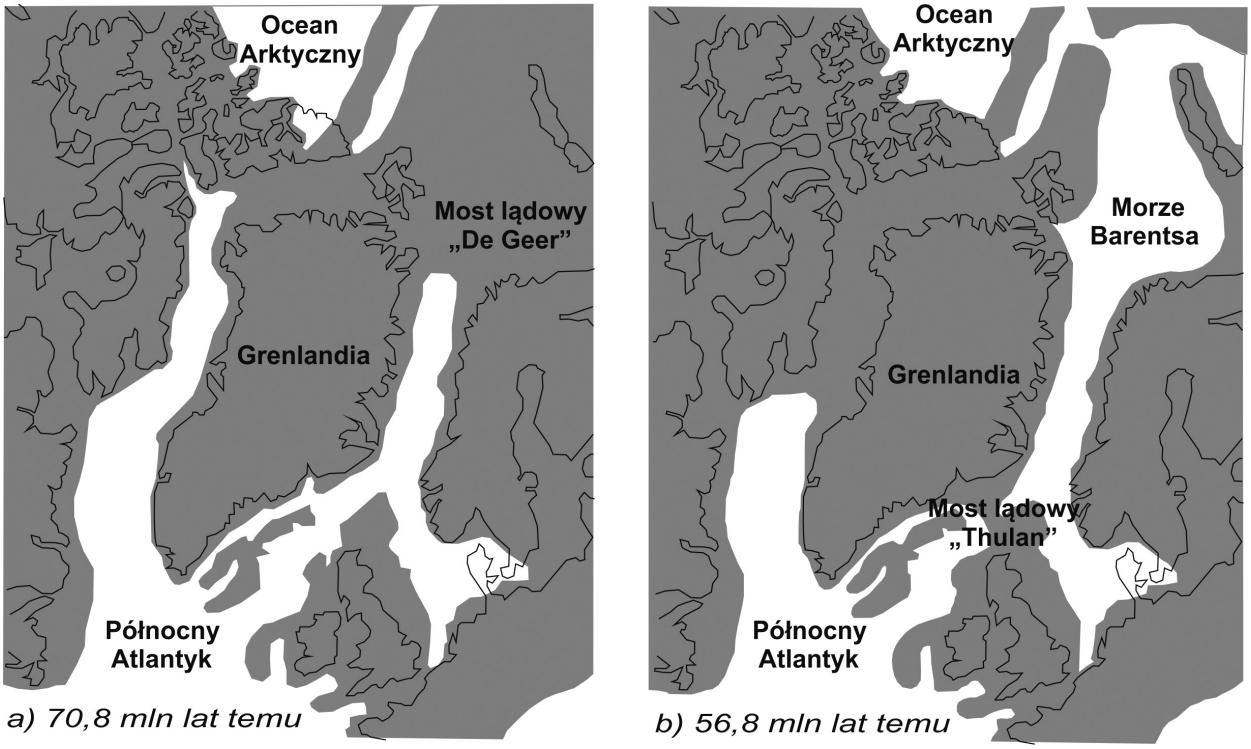
Druga, co do zasobności gatunkowej wśród płazów ogoniastych, rodzina salamandrowatych odznacza się szerokim spektrum przystosowań środowiskowych i behawioralnych, umożliwiających jej przedstawicielom bytowanie na granicy środowisk wodnego i lądowego. Zwyczajowy podział wyróżnia wśród salamandrowatych dwie grupy: salamandry i traszki, nazywane niekiedy trytonami. Wśród przedstawicieli rodziny są gatunki występujące zarówno w klimacie tropikalnym (*Paramesotriton deloustali*), umiarkowanym (*Salamandra salamandra*), jak i w tajdze (*Lissotriton vulgaris*). Mogą prowadzić tryb życia ściśle lądowy (*Mertensiella caucasica*), ziemno-wodny (*Triturus cristatus*) lub wodny (*Cynops orientalis*). Wśród salamandrowatych znajdziemy najjadowitsze płazy ogoniaste (*Taricha granulosa*), jedynego na świecie płaza mającego zdobność aktywnego wstrzykiwania jadu (*Pleurodeles waltl*) czy płaza odznaczającego się aż czterema stadiami rozwojowymi (*Notophthalmus viridescens*). Mimo iż badacze od wieków interesują się przedstawicielami salamandrowatych, jest jeszcze wiele zagadek dotyczących tej wyjątkowej rodziny płazów (SURA 2005).

Obecnie w obrębie rodziny salamandrowatych wyróżnia się 115 gatunków, ujętych w 21 rodzajów. Wśród nich są, opisane w 2016 r., 3 gatunki należące do rodzajów: *Pachytriton, Triturus* i *Paramesotriton,* oraz 3 należące do rodzaju *Tylototriton,* opisane w 2015 r. (www.amphibiaweb.org).

POCHODZENIE RODZINY SALAMANDROWATYCH

Najstarsze odnalezione szczątki przedstawicieli rodziny salamandrowatych (Salamandridae) wywodzą się z kredy i górnego paleocenu. W związku z tym, iż skamieniałości najstarszego znanego nauce gatunku należącego do salamandrowatych, *Koalliella genzeli*, znalezione zostały w Europie, uważa się, że właśnie stąd wywodzi się cała rodzina (ZHANG i współaut. 2008). W późnej kredzie kontynent ten był podzielony na wiele wysp i wysepek, wskutek czego nastąpiła dywersyfikacja przodków salaman-

Słowa kluczowe: bioróżnorodność, filogeneza, pochodzenie, salamandrowate, zagrożenia a



Ryc. 1. Dyspersja przedstawicieli rodziny salamandrowatych na kontynent północnoamerykański odbyła się najprawdopodobniej poprzez most lądowy De Geer (a) lub, co mniej prawdopodobne, przez most lądowy Thulan (b) (BRIKIATIS 2014, zmieniona).

drowatych poprzez kolonizowanie poszczególnych skrawków lądu. Migracja na kontynent północnoamerykański odbyła się we wczesnym kenozoiku (w paleocenie lub późnym eocenie), prawdopodobnie dzięki utworzonemu wówczas Północnoatlantyckiemu Mostowi Lądowemu o nazwie De Geer (Ryc. 1) (ZHANG i współaut. 2008). Inni badacze uważają, że płazy te przemieściły się z Azji do Ameryki Północnej przez Północnoatlantycki Most Lądowy Thulan lub, co najmniej prawdopodobne, przez Beringię (ZHANG i współaut. 2008).

Najstarsze skamienieliny salamandrowatych na obszarze Nowego Świata pochodzą z oligocenu. Z kolei proces migracji wczesnych przedstawicieli omawianej rodziny z Europy do Azji, wynikający z rozdzielenia salamandrowatych wskutek wikaryzacji (zastępowania) bądź zjawiska dyspersji, znajduje swoje potwierdzenie w pokrewieństwie między współcześnie żyjącymi i zamieszkującymi oba kontynenty taksonami. Azjatyckie rodzaje takie jak: *Cynops*, *Pachytriton*, *Paramesotriton*, są bowiem siostrzane względem europejskich, np. *Calotriton*, *Lissotriton*, *Mesotriton*, *Neurergus*, *Ommatotriton*, *Triturus*. Wędrówka ta miała prawdopodobnie miejsce w późnym oligocenie, co utwierdza w przekonaniu, iż kolonizacja Ameryki Północnej odbyła się poprzez jeden z mostów północnoatlantyckich, a nie przez Beringię (ZHANG i współaut. 2008).

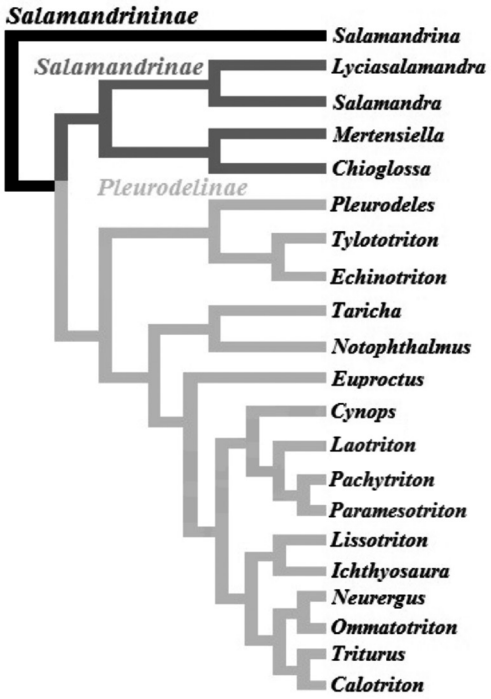
FILOGENEZA RODZINY SALAMANDROWATYCH

Mimo częstych zmian zachodzących w taksonomii salamandrowatych, od dłuższego czasu obowiązuje podział grupujący przedstawicieli tej rodziny w trzy podrodziny: Salamandrininae, Salamandrinae oraz Pleurodelinae.

Do podrodziny Salamandrininae należą dwa gatunki z rodzaju *Salamandrina*, tworzące odrębny klad, siostrzany dla wszystkich pozostałych przedstawicieli salamandrowatych (ZHANG i współaut. 2008).

Kolejna podrodzina, Salamandrinae to salamandry prowadzące lądowy tryb życia. W grupie tej są gatunki reprezentujące rodzaje *Salamandra*, *Chioglossa*, *Lyciasalamandra*, *Mertensiella* (ZHANG i współaut. 2008).

Podrodzina Pleurodelinae, której przedstawicieli zwyczajowo nazywa się traszkami, obejmuje pięć grup: (1) traszki pierwotne z rodzajów *Echinotriton*, *Pleurodeles* i *Tylototriton*, (2) traszki Nowego Świata reprezentowane przez rodzaje *Notophthalamus* i *Taricha*, (3) traszki Korsyki i Sardynii należące do rodzaju *Euproctus*, (4) nowoczesne traszki europejskie z rodzajów



Ryc. 2. Drzewo filogenetyczne rodziny salamandrowatych Salamandridae.

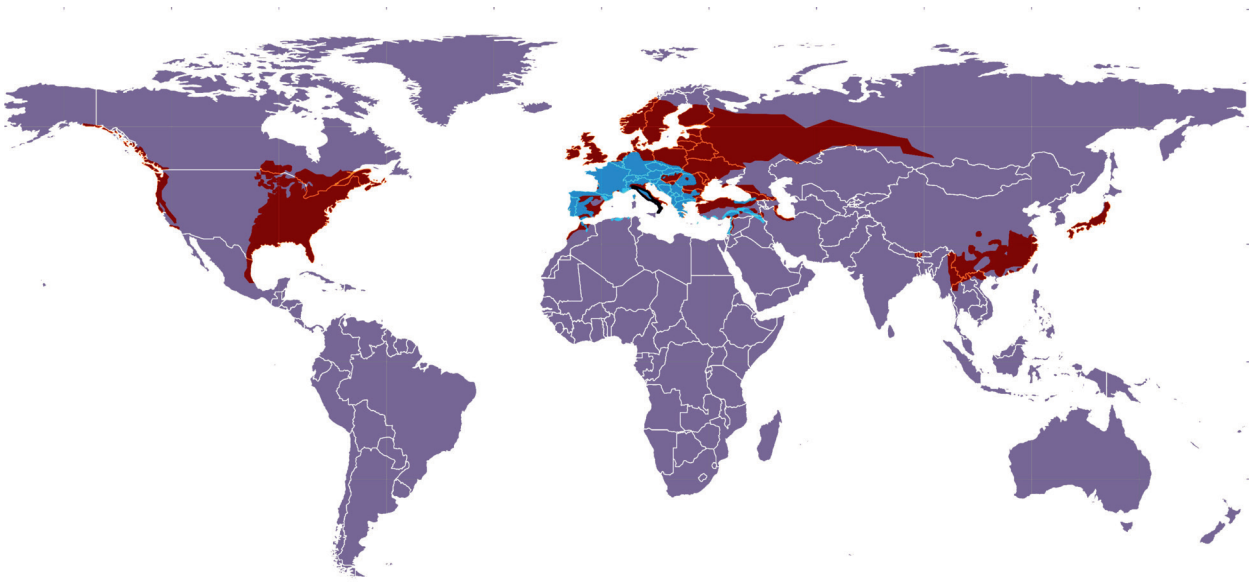
Czarnym kolorem zaznaczono przedstawicieli podrodziny Salamandrininae, ciemnoszarym kolorem przedstawicieli podrodziny Salamandrinae, a jasnoszarym przedstawicieli podrodziny Pleurodelinae (ARNTZEN i współaut. 2015, zmieniona).

Calotriton, *Lissotriton*, *Ichthyosaura*, *Neurergus*, *Ommatotriton* i *Triturus* oraz (5) nowoczesne traszki azjatyckie z rodzajów *Cynops*, *Pachytriton* i *Paramesotriton* (Ryc. 2) (ARNTZEN i współaut. 2015).

ROZMIESZCZENIE GEOGRAFICZNE RODZINY SALAMANDROWATYCH

Rodzina salamandrowatych rozpowszechniona jest głównie na półkuli północnej. Traszki (podrodzina Pleurodelinae) zamieszkują większą część Europy, rozległą część Azji w tym Chiny, Indie, północny Laos, Wietnam, Bliski Wschód oraz północną część Afryki i Amerykę Północną. Salamandry z podrodziny Salamandrinae można spotkać w Europie, w Turcji, Gruzji, Iraku, Izraelu i w Algierii. Przedstawiciele rodzaju *Salamandrina* (podrodzina Salamandrininae) są endemitem dla Półwyspu Apenińskiego (Ryc. 3) (MAZGAJSKA 2009).

Zasięg poszczególnych przedstawicieli salamandrowatych jest różnorodny, od obszarów nizinnych, przez wyżyny, po góry do wysokości 3000 m n.p.m. Gatunki o najwyższym zasięgu pionowym to *Salamandra atra*, *Tylototriton taliangensis* i *Ichthyosaura alpestris*. W zależności od lokalnego klimatu i ukształtowania terenu, poszczególne populacje danego gatunku mogą występować w różnych śro-



Ryc. 3. Mapa przedstawia zasięg rodziny salamandrowatych.

Czerwonym kolorem zaznaczono zasięg podrodziny Pleurodelinae, niebieskim podrodziny Salamandrinae, zaś czarnym Salamandrininae. Jaskrawoniebieski kolor to miejsca gdzie zasięg podrodzin Pleurodelinae i Salamandrinae się pokrywają (ARNTZEN i współaut. 2015, zmieniona).

Ryc. 4. Rozród traszek odbywa się przeważnie w różnej wielkości zbiornikach wody stojącej, bogatych w roślinność wodną (a). Samice salamandry plamistej rodzą larwy w dobrze natlenowanych wodach strumieni i potoków (b), Beskid Wyspowy (fot. Józef Różański).

dowiskach, np. traszka grzebieniasta w północnej części swego zasięgu spotykana jest raczej na nizinach, zaś na południu Europy jej zasięg dochodzi do 2000 m n.p.m. Rozród odbywa się w zbiornikach wody stojącej bądź w ciekach (Ryc. 4).

KRAJOWI PRZEDSTAWICIELE RODZINY SALAMANDROWATYCH

W Polsce można spotkać 5 przedstawicieli rodziny salamandrowatych, będących jedynymi płazami ogoniastymi na terenie

Ryc. 5. Różne formy plamistości osobników salamandry plamistej, Beskid Wyspowy (fot. Józef Różański).

Ryc. 6. Przedstawiciele krajowych traszek: samice traszki grzebieniastej (a), samiec traszki zwyczajnej w szacie godowej (b), samica i samiec traszki karpackiej (c), samica i samiec traszki górskiej (d), Beskid Wyspowy (fot. Józef Różański).

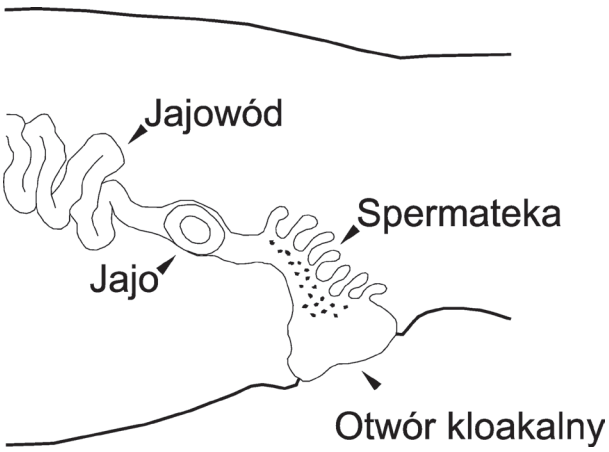
naszego kraju. Są to, salamandra plamista (*Salamandra salamandra*) oraz traszki: grzebieniasta (*Triturus cristatus*), górska (*Ichthyosaura alpestris*), zwyczajna (*Lissotriton vulgaris*) i karpacka (*Lissotriton montandoni*) (endemit karpacki).

Jedynym przedstawicielem salamander w Polsce jest salamandra plamista. Osobniki tego gatunku charakteryzują się występowaniem różnokształtnych jaskrawych żółtych plam na czarnym tle głowy i obłego tułowia (Ryc. 5). Długość ich ciała waha się między kilkunastoma a 30 cm. W związku z faktem, iż salamandra prowadzi lądowy tryb życia, można ją spotkać w lasach i na śródleśnych łąkach w południowych częściach Polski (Sudety, Karpaty), gdzie przebiega północna granica występowania tego gatunku.

Odróżnienie czterech krajowych traszek możliwe jest dzięki kilku zewnętrznym cechom morfologicznym, wyróżniającym każdy gatunek. Traszka grzebieniasta (Ryc. 6a) i traszka zwyczajna (Ryc. 6b) mają czarne plamy na jaskrawym tle części brzusznej, podczas gdy traszki górska i karpacka ich nie mają. Dorosła traszka grzebieniasta jest od traszki zwyczajnej sporo większa i bardziej masywna. Jest też ciemniejsza, a jej skóra ma gruzełkowatą powierzchnię. Głowa traszki grzebieniastej jest wyraźniej wyodrębniona od tułowia niż u traszki zwyczajnej. W porze godowej u samców pojawia się grzebień, oddzielony przerwą od płetwy ogonowej. Natomiast u samców traszki zwyczajnej grzebień łączy się z płetwą ogonową i biegnie nieprzerwanie od nasady głowy do zakończenia ogona.

Traszka karpacka (Ryc. 6c) różni się od traszki górskiej (Ryc. 6d) bardziej grzbietobrzusznie spłaszczonym tułowiem i występowaniem dwóch fałdów skórnych na granicy boków i grzbietu. Przeważnie jest też ciemniejsza. Samce traszki górskiej w sezonie rozrodczym przybierają ubarwienie godowe, charakteryzujące się błękitną barwą tułowia, z pojedynczym biało-czarnym fałdem ciągnącym się wzdłuż linii kręgosłupa. Na perłowym tle przy granicy boków i jaskrawo pomarańczowego brzucha obecne są ciemne kropki (Juszczyk 1987).

Ryc. 7. Czerwonymi strzałkami zaznaczone pojedyncze ujścia gruczołów jadowych u salamandry plamistej, Beskid Wyspowy (fot. Józef Różański).



Ryc. 8. Schemat budowy układu rozrodczego samicy traszki zwyczajnej *Lissotriton alpestris* (zmienione, https://tritoni.wordpress.com).

WYBRANE CECHY BUDOWY PRZEDSTAWICIELI RODZINY SALAMANDROWATYCH

Przedstawiciele rodziny salamandrowatych są płazami średniej wielkości. Najmniejszy gatunek (*Salamandrina terdigitata*) maksymalnie dorasta do 7 cm długości, największy zaś może przekraczać 30 cm (*Salamandra salamandra*). Pomimo dużych podobieństw międzygatunkowych w obrębie rodziny, różny tryb życia obserwowany u poszczególnych taksonów wpłynął na wykształcenie specyficznych cech morfologicznych i anatomicznych. Spowodowało to podzielenie salamandrowatych na salamandry i traszki, co później znalazło odzwierciedlenie w badaniach filogenetycznych (ARNTZEN i współaut. 2015).

U trytonów skóra w fazie lądowej jest chropowata, zaś w fazie wodnej bardziej gładka i śliska. W odróżnieniu od salamander, traszki mają jaskrawy brzuch, kontrastujący z resztą ciała. W środowisku wodnym mogą wykształcać także wytwory w postaci grzebieni na grzbiecie i płetw wzdłuż ogona. U niektórych traszek obserwuje się w tym czasie w różnym stopniu rozwinięte skórne fałdy wokół palców (JUSZCZYK 1987).

Przedstawiciele salamandrowatych mają na powierzchni skóry gruczoły jadowe. Gruczoły te występują licznie wzdłuż całego ciała, znajdując ujście na powierzchni skóry. U niektórych salamander grupują się w tzw. parotydy zlokalizowane w tylnej części głowy (Ryc. 7).

W rodzinie salamandrowatych bruzdy międzyżebrowe zwykle nie są wyraźnie zarysowane. Widoczne są głównie u salamander. Niektóre traszki wykształcają cechy specyficzne dla gatunku. Przykładowo, u samców z rodzaju *Euproctus* obecne są wyrostki na tylnych kończynach (BOVERO i współaut. 2003), a samce z rodzaju *Mertensiella* wytwarzają wyrostek przy grzbietowej części nasady ogona. Funkcja tych wyrostków związana jest z rozrodem (SEVER i współaut. 1997).

Występujące na podniebieniu zęby lemieszowe ustawione są w dwóch rzędach, zaś zęby właściwe mają wyraźną koronę i korzeń (LARSON i współaut. 2007).

U wszystkich gatunków z rodziny salamandrowatych obecne są płuca, których częściowa redukcja nastąpiła w rodzajach *Chioglossa*, *Euproctus* i *Salamandrina* (SURA 2005). Larwy salamandrowatych mają 4 pary skrzeli zewnętrznych (LARSON i współaut. 2007).

Cechy anatomiczne narządów rozrodczych związane są z zapłodnieniem wewnętrznym. Plemniki przechowywane są w uchyłkach ściany kloaki samic, w tak zwanej spermatece (Ryc. 8). Przednią część steku samicy wyściela nabłonek orzęsiony, choć u niektórych gatunków nie ma go wcale (OSIKOWSKI i CIERNIAK-ZUZIA 2013).

NARZĄDY ZMYSŁÓW SALAMANDROWATYCH

Podobnie jak u innych płazów ogoniastych, najważniejszymi narządami zmysłów dla salamandrowatych są chemoreceptory i wzrok (WELLS 2007). Słuch jest wykształcony znacznie gorzej niż u płazów bezogonowych, bowiem międzyosobnicza wymiana informacji u płazów ogoniastych w ogóle lub tylko w niewielkim stopniu opiera się na komunikacji akustycznej (WELLS 2007).

W związku z często występującą aktywnością nocną, przedstawiciele Salamandridae dobrze widzą w ciemności i potrafią złapać ofiarę przy relatywnie nikłym oświetleniu. W konsekwencji prawdopodobne jest, iż selekcja naturalna działa przeciwko wykorzystaniu kolorów w projekcji obrazów. Jednocześnie sprzyja wychwytywaniu prostych ruchów lub drobnych zmian w pozycji obserwowanego przez płaza obiektu (WELLS 2007). Najlepiej rozwinięty, narząd wzroku występuje u salamandrowatych odznaczających się aktywnością całodobową. Przykładem mogą być traszki z rodzajów *Triturus*, *Paramesotriton*, *Pachytriton*, *Cynops*, *Euproctus*, *Calotriton*, *Neurergus* czy *Notophthalmus*. Co ciekawe, u gatunków, u których w trakcie godów zaobserwowano *amplexus* (uścisk godowy), sygnały wizualne zdają się być mniej istotne niż dotykowe i chemiczne (HOUCK i ARNOLD 2003).

Zmysł dotyku jest prawdopodobnie istotny podczas godów salamandrowatych, lecz jego znaczenie trudno rozpatrywać niezależnie od zmysłów węchu i wzroku. Za przykład posłużyć może wachlowanie ogonem podczas godów u traszek europejskich. Występuje u nich skorelowanie wydzielania feromonów z dotykową stymulacją samicy, odbieraną przez nią poprzez powierzchniowe ciałka linii nabocznej (HALLIDAY 1974, 1975, 1977). U niektórych gatunków traszek, uderzenia ogona są na tyle mocne, że mogą odepchnąć samicę do tyłu (ARNTZEN i SPARREBOOM 1989). Z kolei u gatunku *Lissotriton boscai* samiec dotyka ogonem pyska samicy, co także jest prawdopodobnie dotykowym zachęceniem do rozrodu.

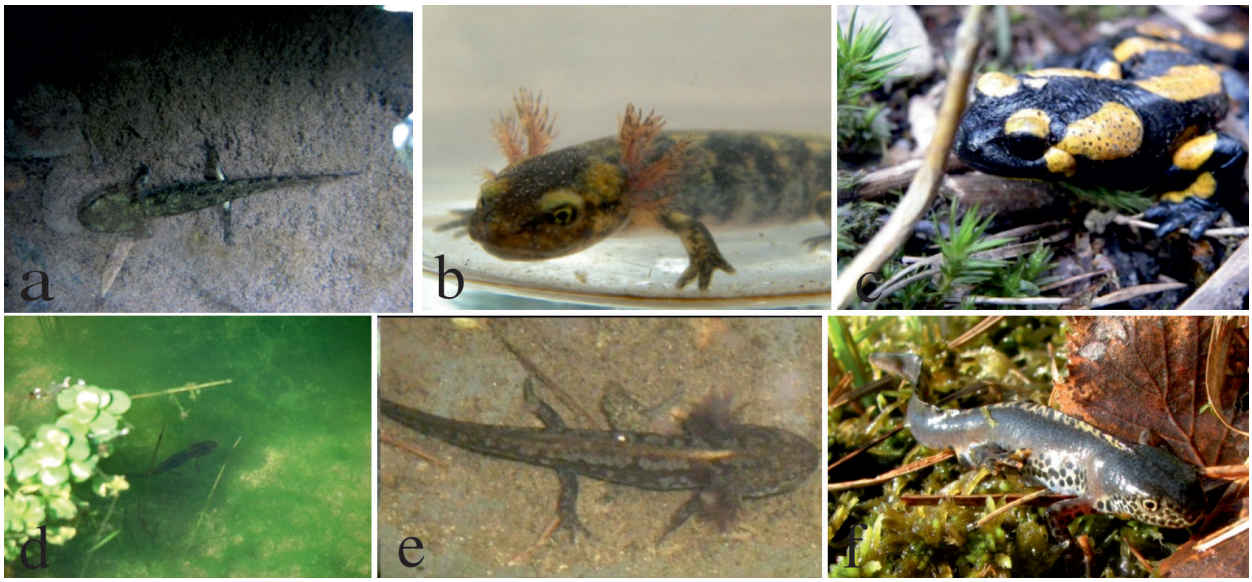
Podobnie jak u innych Caudata, sygnalizacja chemiczna wydaje się być kluczowa dla identyfikacji międzyosobniczej, płciowej i gatunkowej w obrębie rodziny salamandrowatych (WELLS 2007). Odbieranymi sygnałami chemicznymi mogą być np. feromony, produkowane przez wyspecjalizowane gruczoły lub substancje zawarte w odchodach. U wielu gatunków sygnały chemiczne przenoszone są często poprzez bezpośredni kontakt międzyosobniczy, a niektóre salamandrowate (traszki) odczytują informację dzięki drobinom substancji chemicznych obecnych w wodzie czy powietrzu (WELLS 2007). Detekcja sygnału chemicznego przez salamandrowate może zostać odczytana poprzez receptory skórne, nabłonek receptorowy węchowy (w głównej komorze jamy nosowej oraz narządzie Jacobsona), bądź przez receptory zlokalizowane w mózgu, odpowiadające na feromony dostarczane bezpośrednio do krwioobiegu (WELLS 2007).

W ontogenezie salamandrowatych (podobnie jak u innych, zbadanych pod tym względem płazów Caudata i Anura), występują dwa, następujące po sobie typy narządów smaku i dwie generacje języka [język pierwotny u larw i wtórny (miękki) u osobników przeobrażonych]. Narządy smaku u larw to kubki smakowe zlokalizowane w wyściółce jamy gębowej i gardzieli. W trakcie metamorfozy, na formującym się języku wtórnym i w śluzówce podniebienia rozwijają się tarczki smakowe. Pod koniec przeobrażenia funkcjonujące do tej pory kubki smakowe są resorbowane. Tarczki smakowe różnią się od kubków smakowych głównie zróżnicowaniem komórek towarzyszących (niezmysłowych) na komórki śluzowe, skrzydlate i glejopodobne. Zarówno w kubkach, jak i tarczkach smakowych występują komórki receptorowe smakowe i komórki bazalne, stanowiące część zmysłową narządu. Rozmiary tarczek smakowych u salamandrowatych (podobnie jak u innych zbadanych Caudata) są stosunkowo niewielkie (ŻUWAŁA i JAKUBOWSKI 2007). Pomimo tego, spełniają swoją funkcję równie skutecznie, jak u płazów bezogonowych.

BIOLOGIA ROZRODU I ONTOGENEZA PRZEDSTAWICIELI RODZINY SALAMANDROWATYCH

Podobnie jak w przypadku większości Caudata, u salamandrowatych występuje zapłodnienie wewnętrzne. Podczas zalotów samce składają pakiety plemników zwane spermatoforami. W przypadku salamander, gody odbywają się na lądzie. Dobieraniu się w pary towarzyszą mniej lub bardziej skomplikowane tańce godowe. Przykładowo, u odbywającej gody na lądzie salamandry plamistej taniec składa się aż z 10 faz, w trakcie których samiec wsuwa się pod partnerkę i pocierając jej nozdrza i podgardle naprowadza ją na złożone wcześniej pakiety plemników, nakłaniając ją w ten sposób do podjęcia spermatoforu wargami kloaki (JANSSENSWILLEN i współaut. 2015).

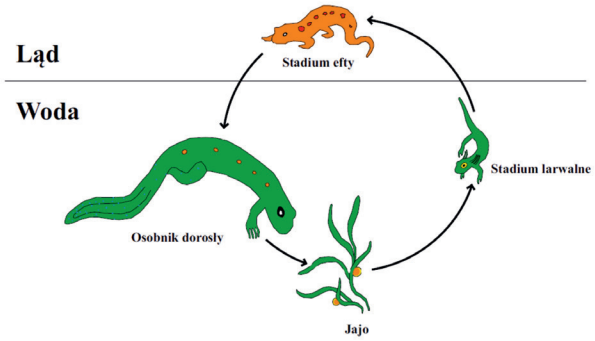
U traszek, w przypadku których rozród zachodzi w środowisku wodnym, także obecne są różnorodne zachowania godowe. Samce traszek europejskich w początkowej fazie godów pływają wokół samicy, po czym zginają ogon i wachlując nim, rozprowadzają wydzielone wcześniej feromony, zachęcając samicę do podjęcia spermatoforu (PECIO i RAFIŃSKI 1985). Częstotliwość uderzeń ogonem waha się między 4 na sekundę u *Lissotriton boscai*, a 12 na sekundę u *L. helvetius*. U niektórych gatunków salamandrowatych w okresie rozrodczym dochodzi do połączenia partnerów w uścisku godowym zwanym *in amplexus* (np. *Euproctus*, *Mertensiella*, *Lyciasalamandra*). Całkowity jego brak notuje się jedynie w rodzajach *Triturus*,



Ryc. 9. Rozwój osobniczy prawdziwych salamander i trytonów na przykładzie salamandry plamistej (a, b, c) i traszki górskiej (d, e, f), Beskid Wyspowy (fot. Józef Różański).

Lissotriton, Ichthyosaura, Neurergus, *Pachytriton*, *Paramesotriton* i *Cynops* (SURA 2005).

Cechą wspólną dla większości salamandrowatych, niezależnie od środowiska życia, jest składanie jaj i rozwój larw w środowisku wodnym (Ryc. 9). Samice trytonów używają tylnych kończyn do zawijania pojedynczych jaj w liście roślin wodnych. Również samice gatunków żyworodnych rodzą larwy w wodzie. Jedynie pełna żyworodność przeobrażonych larw, mająca miejsce u wszystkich *Lyciasalamandra*, *Salamandra atra*, *S. lanza*, hiszpańskiej populacji *S. salamandra* i niektórych populacji *S. algira*, odbywa się z całkowitym pominięciem środowiska wodnego (JUSZCZYK 1987).



Ryc. 10. Rozwój osobniczy przedstawiciela rodzaju *Notophthalmus*. Jaja, larwy i osobniki dorosłe bytują w wodzie. Charakteryzujące się aposematyczną, jaskrawą barwą efty są jedynym stadium rozwojowym, żyjącym w środowisku lądowym.

W odróżnieniu od wszystkich pozostałych gatunków Caudata, rodzaj *Notophthalmus* charakteryzuje się występowaniem nie trzech, a czterech stadiów rozwojowych, a więc jaja, wodnej larwy, lądowej efty i wodnego osobnika dorosłego (REILLY 1986) (Ryc. 10).

W omawianej rodzinie opieka nad potomstwem jest rzadka, ale występuje np. u *Salamandrina perspicillata*. Polega na bronieniu złożonych jaj przed drapieżnikami (BOSCHERINI i ROMANO 2011).

Wszystkie larwy pędzą wyłącznie wodny tryb życia. Osobniki dorosłe przedstawicieli rodzajów *Pachytriton*, *Cynops* i *Pleurodeles* pozostają w środowisku wodnym przez całe życie. Zdarza się również, że niektóre osobniki traszek mogą czasowo bytować w wodzie, mimo przystosowań charakterystycznych dla fazy lądowej. Wszystkie pozostałe salamandrowate po metamorfozie wiodą lądowy tryb życia, aczkolwiek, z niewielkimi wyjątkami, powracają do wody lub w jej pobliże w celach rozrodczych. Gatunki prowadzące lądowy lub ziemnowodny tryb życia wykazują przeważnie aktywność nocną, w dzień kryjąc się w norach, jamach i szczelinach skalnych. W nocy wychodzą na żer. Sporadyczna aktywność dzienna tych płazów zachodzi jedynie w ciepłe, deszczowe dni (JUSZCZYK 1987).

Nieczęstym zjawiskiem spotykanym u salamandrowatych jest pedomorfizm (rozród osobników nieprzeobrażonych), najczęściej w postaci neotenii fakultatywnej. Proces ten zachodzi m.in. w rodzajach *Notophthalmus* (REILLY 1986), *Triturus*, *Ichthyosaura, Lissotriton* (DENOËL i współaut. 2009).

PRZYSTOSOWANIA W RODZINIE SALAMANDROWATYCH

Mechanizmy obronne salamander i traszek to eksponowanie jaskrawo ubarwionych miejsc na ciele, a u niektórych gatunków, wydawanie piskliwych odgłosów w momencie zagrożenia. Większość przedstawicieli tej rodziny produkuje substancje jadowe, których stężenie u niektórych gatunków jest tak silne, iż może stanowić zagrożenie dla życia człowieka. Toksyna wytwarzana w gruczołach jadowych tych płazów to tetrodotoksyna, będąca neurotoksyną o wzorze sumarycznym $C_{11}H_{17}N_3O_8$. Najsłabsze stężenie tej toksyny wykryto u traszki zwyczajnej. Największe stężenie tej substancji odnotowano w rodzaju *Taricha*, w szczególności zaś u pacyfotrytona szorstkiego (*Taricha granulosa*). Działanie tetrodotoksyny polega na blokowaniu kanałów sodowych w neuronach i ich dezaktywacji, prowadzącej do blokowania pracy serca i płuc. Spada też ciśnienie w wiotczejących naczyniach krwionośnych. W rodzaju *Taricha* także jaja składane przez samicę zawierają tę toksyczną substancją (WILLIAMS i współaut. 2010).

Podobnie jak u innych płazów ogoniastych, pokarm salamandrowatych stanowią bezkręgowce, głównie owady i pierścienice. Wielkość ciała ofiar zależna jest od rozmiarów otworu gębowego płaza. Powszechny jest kanibalizm (JUSZCZYK 1987).

Hibernacja występuje u gatunków żyjących w zimniejszych strefach klimatycznych (JUSZCZYK 1987).

ZAGROŻENIA DLA RODZINY SALAMANDROWATYCH

Przyczyny wymierania płazów, w tym przedstawicieli rodziny salamandrowatych, należy rozpatrywać w dwóch wymiarach: globalnym i lokalnym. Za jeden z głównych czynników limitujących liczebność płazów w skali ogólnoświatowej, uznaje się defragmentację, kurczenie się bądź całkowity zanik siedlisk, w których zwierzęta te bytują. Postępująca urbanizacja, wycinanie lasów i przekształcanie terenów podmokłych w uprawy sprawiają, że płazy tracą miejsca do rozrodu. Także intensyfikacja i chemizacja rolnictwa oraz postępująca rozbudowa infrastruktury, powodująca przecinanie szlaków wiosennych wędrówek płazów do miejsc rozrodu, przyczyniają się do zwiększonej śmiertelności wśród przedstawicieli tej gromady (DODD 1997). Kolejną z często wymienianych przyczyn spadku populacji płazów w skali globalnej jest postępująca zmiana klimatu. Szybkość, z jaką zjawisko to zachodzi, w połączeniu ze zwiększoną wrażliwością płazów na zmiany temperatury i wilgotności (CAREY i ALEXANDER 2003) sprawia, iż wielu przedstawicieli tej grupy kręgowców nie jest wstanie zaadaptować się do nowych warunków środowiskowych. Udowodniono także, że cienka skóra, brak zmineralizowanej osłony jaj płazów i zwiększająca się ilość docierającego do powierzchni Ziemi promieniowania UV-B, blokująca system odpornościowy płazów, może znacząco przyczyniać się do ich wymierania (BLAUSTEIN i WAKE 1995). Bezpośrednie używanie przez człowieka ksenobiotyków, które dostając się do środowiska, wpływa negatywnie na układ immunologiczny płazów wywołując u nich choroby infekcyjne (SURA 2005). Przykładem patogenów mających niebagatelny wpływ na tę grupę zwierząt, jest np. wirus z rodzaju *Ranavirus* i grzyby takie jak: *Basidiobolus rana*, *Batrachochytrium dendrobatidis* i *B. salamandrivorans*. Dziesiątkują one populacje płazów w Ameryce Południowej, Australii, a od pewnego czasu, także w Europie (GARNER i współaut. 2005). W rzędzie Caudata, rodzina Salamandridae okazała się być najbardziej podatna na działanie grzybów z rodzaju *Batrachochytrium*. Na dzień 12.01.2016 chytrydiomikozę stwierdzono u przedstawicieli rodzajów *Chioglossa*, *Cynops*, *Euproctus*, *Ichthyosaura*, *Lissotrioton*, *Neurergus*, *Notophthalmus*, *Paramesotriton*, *Pleurodeles*, *Salamandra*, *Salamandrina*, *Taricha*, *Triturus* i *Tylototriton* (http://www.fws.gov).

Wśród pozostałych przyczyn wymierania płazów w skali globalnej wymienia się handel do celów hodowlanych lub kulinarnych, wykorzystywanie w niektórych krajach płazów w medycynie ludowej i obecność gatunków inwazyjnych wypierających gatunki rodzime, np. *Xenopus laevis* (FARAONE i współaut. 2008).

W rodzinie Salamandridae aktualnie wskazano 75 gatunków, których ogólnoświatowa populacja jest w mniejszym lub większym stopniu zagrożona. W przypadku 2 gatunków brak danych (DD) by określić ich status. 30 gatunków jest najmniejszej troski (LC), 12 jest bliskie zagrożenia (NT), 12 jest narażonych (VU), a 14 jest zagrożonych (EN). Do krytycznie zagrożonych gatunków (CR) zaliczono *Calotriton arnoldi*, *Echinotriton chinhaiensis*, *Lyciasalamandra billae*, *Neurergus kaiseri* oraz *Neurergus microspilotus*. *Cynops wolterstorffi* uznany jest za wymarły (EX) (http://www.iucnredlist.org).

W skali lokalnej, zagrożenia każdej populacji płazów, w tym salamandrowatych, powinny być traktowane w sposób indywidualny dla konkretnego obszaru i gatunku, w związku ze zróżnicowanymi wymaganiami siedliskowymi. Do najczęściej wymienianych przyczyn zanikania populacji salaman-

drowatych w Polsce w skali lokalnej należą zanieczyszczanie lub zarybianie zbiorników wodnych, w których płazy się rozradzają, rozjeżdżanie na drogach przecinających ich szlaki migracyjne, osuszanie gruntów pod zabudowę i postępująca intensyfikacja i chemizacja rolnictwa (JUSZCZYK 1987). Najbardziej zagrożonym gatunkiem płaza w Polsce jest traszka grzebieniasta (NT). Do Polskiej Czerwonej Księgi Zwierząt, z rodziny salamandrowatych, wpisana jest także traszka karpacka (LC) (RAFIŃSKI 2001).

Streszczenie

Poniższa praca prezentuje syntezę najnowszych danych dotyczących pochodzenia, filogenezy, bioróżnorodności i przystosowań przedstawicieli rodziny salamandrowatych. Wywodząca się z Europy, grupa tych płazów od wieków interesowała badaczy i obserwatorów natury. Różnorodność adaptacji do życia na granicy środowisk wodnego i lądowego sprawiły, iż salamandrowate mają swoich reprezentantów na czterech kontynentach (Europa, Azja, Ameryka Północna i Afryka). W efekcie są drugą pod względem zasobności gatunkowej rodziną w rzędzie płazów ogoniastych. Wciąż też odkrywane są nowe gatunki, zwłaszcza na obszarach Azji. Warto zaznaczyć, że aż pięciu przedstawicieli omawianej rodziny żyje na terenie Polski. Pomimo rozwiniętych zdolności przystosowawczych, wiele gatunków salamandrowatych jest w różnym stopniu zagrożonych. Świadomość społeczna, w odniesieniu do wartości, jaką jest bioróżnorodność naszej planety, może pomóc w ocaleniu tych zwierząt przed wymarciem.

LITERATURA

ARNTZEN J. W., SPARREBOOM M.. 1989. *A phylogeny for The Old World newts, Triturus. Biochemical and Behavioural data.* J. Zool. 219, 645-664.

ARNTZEN J., BEUKEMA W., GALIS F., IVANOVIĆ A., 2015. *Vertebral number is highly evolvable in salamanders and newts (family Salamandridae) and variably associated with climatic parameters.* Contribut. Zool. 84, 85-113.

BLAUSTEIN A. R., WAKE D. B., 1995. *The puzzle of declining amphibian populations.* Sci. Am. 272, 52-57.

BOSCHERINI A., ROMANO A., 2011. *Parental care in Salamandrina perspicillata (Amphibia, Salamandridae): Egg defence against caddisfly larvae.* North-West. J. Zool. 7, 167-170.

BOVERO S., SOTGIU G., CASTELLANO S., GIACOMA C., 2003. *Age and Sexual Dimorphism in a Population of Euproctus platycephalus (Caudata: Salamandridae) from Sardinia.* Copeia 2003, 149-154.

BRIKIATIS L., 2014. *The De Geer, Thulean and Beringia routes: key concepts for understanding early Cenozoic biogeography.* J. Biogeogr. 41, 1036-1054.

CAREY C., ALEXANDER M., 2003. *Climate change and amphibian declines: is there a link?* Divers. Distribut. 9, 111-121.

DENOËL, M., FICETOLA, G. F., ĆIROVIĆ, R., RADOVIĆ, D.,DŽUKIĆ, G., KALEZIĆ, M. L., VUKOV T. D., 2009. *A multi-scale approach to facultative paedomorphosis of European newts in the Montenegrin karst: distribution pattern, environmental variables and conservation.* Biol. Conserv. 142, 509-517.

DODD C. K., JR., 1997. *Imperiled amphibians: A historical perspective.* [W:] *Aquatic Fauna in Peril: The Southeastern Perspective. Special Publication 1.* BENZ G. W., COLLINS D. E. (red.). Southeast Aquatic Research Institute, Lenz Design and Communications, Decatur, GA, 165-200.

FARAONE F. P., LILLO F., GIACALONE G., LO VALVO M., 2008. *The large invasive population of Xenopus laevis in Sicily, Italy.* Amphibia-Reptilia 29, 405-412.

GARNER T. W. J., WALKER S., BOSCH J., HYATT A. D., CUNNINGHAM A. A., FISHER M. C., 2005. *Chytrid fungus in Europe.* Emerg. Infect. Diseases 11, 1639-1641.

HALLIDAY T. R., 1974. *Sexual behaviour of the smooth newt Triturus vulgaris (Urodela, Salamandridae).* J. Herpetol. 8, 277–292.

HALLIDAY T. R., 1975. *On the biological significance of certain morphological characters in males of the smooth newt Triturus vulgaris and of the palmate newt Triturus helveticus (Urodela, Salamandridae).* Zool. J. Linnean Soc. 56, 291-300.

HALLIDAY T. R., 1977. *The courtship of European newts: an evolutionary perspective.* [W:] *Reproductive Biology of Amphibians.* TAYLOR D. H., GUTTMAN S. I. (red.), Plenum Press: New York, 185-232.

HOUCK L. D., ARNOLD S. J., 2003. *Courtship and mating.* [W:] *Phylogeny and Reproductive Biology of Urodela (Amphibia).* SEVER D. M. (red.). Science Publisher Inc., Enfield, New Hampshire, 383-424.

JANSSENSWILLEN S., WILLAERT B., TREER D., VANDEBERGH W., BOSSUYT F., BOCXLAER I. V., 2015. *High pheromone diversity in the male cheek gland of the red-spotted newt Notophthalmus viridescens (Salamandridae).* BMC Evolut. Biol. 15, 54.

JUSZCZYK W., 1987. *Gady i płazy krajowe.* PWN, Warszawa.

LARSON A., WAKE D., DEVITT T., 2007. *Salamandridae. Newts and "True Salamanders".* Version 24 January 2007: http://tolweb.org/Salamandridae/15445/2007.01.24 in The Tree of Life Web. Project, http://tolweb.org/

MAZGAJSKA J., 2009. *Płazy Świata.* PWN, Warszawa.

OSIKOWSKI A., CIERNIAK-ZUZIA K., 2013. *Cloacal anatomy of the male Carpathian newt, Lissotriton montandoni (Amphibia, Salamandridae), in the breeding season.* Zool. Sci. 30, 748-53.

PECIO A., RAFIŃSKI J., 1985. *Sexual behaviour of the Montandon's newt, Triturus montandoni (Boulenger)(Caudata,Salamandridae).* Amphibia-Reptilia 6, 11-22.

RAFIŃSKI J., 2001. *Triturus montandoni (Boulenger, 1880) traszka karpacka.* [W:] *Polska czerwona księga zwierząt. Kręgowce.* GŁOWACIŃSKI Z. (red). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 283-285.

REILLY S. M., 1986. *Ontogeny of cranial ossification in the eastern newt, Notophthalmus viridescens (Caudata: Salamandridae), and its relationship to metamorphosis and neoteny.* J. Morphol. 188, 315-326.

SEVER D. M., SPARREBOOM M., SCHULTSCHIK G., 1997. *The Dorsal Tail Tubercle of Mertensiella caucasica and M. luschani (Amphibia: Salamandridae).* J. Morph. 232, 93-105.

SURA P., 2005. *Encyklopedia współczesna płazów i gadów.* PWN, Warszawa.

WELLS K. D., 2007. *The Ecology and Behaviour of Amphibians.* The University of Chicago Press, Chicago.
WILLIAMS B. L., HANIFIN C. T, BRODIE E. D. JR., BRODIE III E. D., 2010. *Tetrodotoxin affects survival probability of rough-skinned newts (Taricha granulosa) faced with TTX-resistant garter snake predators (Thamnophis sirtalis).* Chemoecology 20, 285-290.
ZHANG P., PAPENFUSS T. J., WAKE M. H., QU L., WAKE D. B., 2008. *Phylogeny and biogeography of the family Salamandridae (Amphibia: Caudata) inferred from complete mitochondrial genomes.* Mol. Phylogenet. Evol. 49, 586-597.
ŻUWAŁA K., JAKUBOWSKI M., 2007. *Structural diversification of the gustatory organs during metamorphosis in the alpine newt Triturus alpestris.* J. Anat. 211, 371-375.

KOSMOS Vol. 66, 2, 261–271, 2017

JÓZEF RÓŻAŃSKI, KRYSTYNA ŻUWAŁA

Department of Comparative Anatomy, Institute of Zoology, Jagiellonian University in Kraków, Gronostajowa 9, 30-387 Kraków, E-mail: jozek.rozanski@uj.edu.pl

NEWTS AND SALAMANDERS – THE SALAMANDRIDAE FAMILY AS AN EXAMPLE OF LIVING ON THE BORDER OF AQUATIC AND TERRESTRIAL ENVIRONMENTS

Summary

This paper presents synthesis of the latest data concerning origin, phylogenetics, biodiversity and adaptations of representatives of the Salamandridae family. Originating from Europe, this group of amphibians has drawn attention of naturalists, researchers and nature observers. As a result of various forms of adaptations to live on the border of aquatic and terrestrial environments, salamanders have their representatives on four continents (Europe, Asia, North America and Africa). It is also the second most numerous family in Caudata order. It's worth mentioning that new species, especially in Asia, are being still uncovered. Five representatives of Salamandridae live on the territory of Poland. Despite well-developed adaptive abilities, many species of salamanders are threatened. Social awareness of our planet biodiversity's value might prevent those species from extinction.

Key words: biodiversity, origin, phylogenetics, Salamandridae, threats