

## Behavior of captive lower vertebrates as an indicator of animal welfare

Kaleta T., Department of Genetics and Animal Breeding, Faculty of Animal Science, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

The main topic of this paper is an application of stress and disease behavior observed in lower vertebrates kept by man, as a key indicator of their welfare. Undoubtedly fishes, amphibians and reptiles normally perform activities which are quite different in comparison with the higher vertebrates (birds and mammals). In the present paper these activities were outlined emphasizing some biological peculiarities making interpretation of behavior difficult. The second point is short discussion about meaning of animal welfare when lower vertebrates kept as pets or commercially used animals are considered. Finally, this paper delivers description of some cases of an abnormal behavior in fishes, amphibians and reptiles (e.g. posture, locomotive activity, aggression), which results from environmental inadequacies or health problems. It seems that these forms of behavior can be candidates for indicators of animal welfare upset.

**Keywords:** lower vertebrates, fishes, amphibians, reptiles, behavior, welfare.

**O** dobrostanie zwierząt zwykle mówi się w kontekście zwierząt gospodarskich i towarzyszących, do których zaliczają się przede wszystkim kręgowce wyższe, ssaki i ptaki. Tymczasem na świecie coraz większą popularnością cieszy się także chów kręgowców niższych, przede wszystkim ryb, a także gadów i płazów. Mowa tu przede wszystkim o hodowli hobbystycznej, aczkolwiek zarówno ryby, jak i niektóre

# Zachowanie się niższych kręgowców trzymanyh przez człowieka jako wskaźnik ich dobrostanu

**Tadeusz Kaleta**

z Katedry Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt, Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW w Warszawie

gady hodowane są także komercyjnie, dla pozyskania produktów (mięso, skóra).

Liczba osobników z gatunków znajdujących się w rękach prywatnych właścicieli jest znaczna, choć ze zrozumiałych względów trudna do oszacowania. Według danych opracowanych przez organizację ENDCAP do krajów Unii Europejskiej w samym tylko 2009 r. importowano między 6 a 10 mln żywych gadów (1). W Stanach Zjednoczonych Ameryki w rękach prywatnych jest prawdopodobnie około 9 mln gadów i płazów (2). Natomiast aż ok. 2 mln osób na świecie posiada akwaria morskie (3).

Podobnie jak w przypadku innych zwierząt utrzymywanych przez człowieka, kręgowce niższe mogą przejawiać różny stopień tolerancji w stosunku do środowiska sztucznego, w którym przebywają. Występuje u nich również zjawisko stresu<sup>1</sup>. Jak wiadomo, zmieniony, nietypowy behavior jest jednym z przejawów stresu (4). Zachowanie się ryb, płazów i gadów nie jest jednak takim samym indykatorem patologii (bez względu na jej źródło), jak jest to w przypadku ssaków i ptaków. Obserwacja zachowań zwierząt w akwariach, terrariach, basenach oceanariów itd. wymaga

bardzo specjalistycznej wiedzy biologicznej i spostrzegawczości, a także zrozumienia, że są to organizmy odmienne i funkcjonujące inaczej niż (najlepiej chyba znane) ssaki. O tych różnicach i specyfice kręgowców niższych będzie mowa w tym artykule.

## Podstawy specyfiki biologicznej kręgowców niższych

Żyjące współcześnie kręgowce niższe mają bardzo długą historię. Pojawiając się ok. 500 mln lat temu ryby, są najstarszą grupą spośród omawianych tu zwierząt. Pierwsze gady znane są z okresu karbonu, tj. ok. 300 mln lat temu. Natomiast najwcześniejsze płazy (podobnie zresztą jak ssaki) pojawiły się w okresie triasu, czyli przed ok. 200–250 mln lat (5).

Cechą wszystkich kręgowców niższych, która determinuje procesy życiowe i obyczaje tych zwierząt jest uzależnienie od temperatury środowiska zewnętrznego (ektotermia). Ciepło pozyskane z otoczenia (albo dzięki promieniom słonecznym, albo pośrednio, od nagranych obiektów) niezbędne jest dla aktywności zwierzęcia. Nie oznacza to jednak, iż organizmy kręgowców niższych są bierne i w ogóle nie

1 Zjawisko stresu u zwierząt dzikich i problemy z nim związane zostały szerzej przedstawione w moim artykule w „Życiu Weterynaryjnym” nr 1/84 w 2009 r.

potrafią regulować własnej temperatury ciała. Obserwacje gadów wskazują, że zwierzęta te są zdolne utrzymać ją w dość wąskich granicach. Nawet, gdy wysoko w górach temperatura otoczenia rano jest niska, wygrzewająca się jaszczurka z rodzaju *Liolaemus* może też stosunkowo szybko nagrzać ciało do temperatury wyższej od otoczenia nawet o 30°C. Legwan morski (*Amblyrhynchus cristatus*) w słońcu nagrzewa się szybko, a oddaje ciepło wolno, co umożliwia mu żerowanie w chłodnych głębinach oceanu. Z kolei poruszające się z dużą szybkością ryby (np. rekiny i tuńczyki) mogą selektywnie podwyższać własną temperaturę ciała w pewnych jego częściach (w mięśniach) (6). Wszystko to możliwe jest dzięki kształtowaniu sprzężonych ze sobą mechanizmów fizjologicznych i behawioralnych.

Kręgowce niższe w pełni korzystają z termoregulacji behawioralnej, czyli zmiany temperatury ciała pod wpływem własnego zachowania się. Działa ona dwukierunkowo: umożliwia ogrzewanie i zabezpiecza przed przegrzaniem. Wygrzewająca się rano jaszczurka zdobywa energię niezbędną do aktywności. Zwierzę nie może jednak zbyt długo ekspozycja na światło słoneczne, bowiem groziłoby to przegrzaniem, zwłaszcza w upalnych godzinach popołudniowych. Dlatego jaszczurka w odpowiednim momencie chroni się w zacienionym miejscu, aby znów podjąć aktywność późnym popołudniem, gdy siła promieniowania słonecznego zelżeje. Nocą natomiast zwierzę chroni się w norze. Obserwacje nad występującą w Europie jaszczurką zieloną (*Lacerta viridis*) wykazały, że w dniach, kiedy temperatura dzienna przekracza 25°C zwierzę było aktywne między godziną 10 a 14, a następnie między 16 a 18. Natomiast w dniach, gdy temperatura nie przekraczała 25°C w godzinach popołudniowych obserwowano jedynie ograniczenie aktywności jaszczurek (7). Możliwość takiej rytmicznej zmiany stwarza się w terrariach w postaci tzw. gradientu cieplnego. Grzejnik umieszczony jest nie pośrodku, lecz bliżej jednej ze ścian bocznych terrarium. Powoduje to, że zwierzę ma do wyboru miejsca cieplejsze i chłodniejsze (zarówno w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej) i w ten sposób może kontrolować swoją temperaturę ciała.

U kręgowców niższych żyjących w strefie klimatu umiarkowanego istnieją również różne sposoby reagowania na dramatyczne obniżanie się temperatury. Częstą reakcją kręgowców lądowych jest zimowanie (hibernacja) w ciepłym miejscu, ale niektóre ryby i płazy są odporne na mrozy. W organizmach ryb antarktycznych, które przebywają stale w wodzie o temperaturze

ok. -2°C stwierdzono obecność glikoprotein, które zabezpieczają płyny ustrojowe przed zamrażaniem. U niektórych płazów dochodzi do częściowego zamrożenia płynów ustrojowych, jednak kluczowe dla przeżycia narządy są chronione przez substancje takie, jak glicerol czy glukoza (6).

Drugim czynnikiem środowiskowym wpływającym na biologię kręgowców niższych jest woda. U ryb jest niezbędnym środowiskiem życia, u płazów bezogoniastych odgrywa niezastąpioną rolę w ich cyklu życiowym (rozdród – zapłodnienie zewnętrzne). Wpływ wilgotności na sposób życia jest najbardziej zróżnicowany u gadów, gdzie występują zarówno gatunki morskie (niektóre żółwie i krokodyle), jak i gatunki środowisk zdecydowanie suchych, np. pustynne jaszczurki i węże.

Pod względem parametrów fizycznych środowisko wodne jest znacząco różne od powietrza. Woda jest gęstsza od powietrza 800 razy i 18 razy bardziej lepka. Energia potrzebna do wzrostu temperatury 1 g płynu o 1°C jest aż 3400 razy mniejsza niż w powietrzu, a ciepło rozchodzi się w wodzie także znacznie szybciej (24 razy). Zamknięty zbiornik wodny, taki jak staw, charakteryzuje się więc stabilnością warunków termicznych w czasie (w ciągu doby) i w przestrzeni (w każdym miejscu zbiornika). Woda jest też dobrym przewodnikiem elektryczności. Daje to kręgowcom wodnym doskonałą sposobność do wychwytywania bodźców elektrycznych, a także umożliwia posługiwanie się własnymi impulsami elektrycznymi, wytworzonymi przez specjalne narządy. Jednak ograniczeniem dla istot żywych żyjących w wodzie jest zawartość tlenu. Podczas gdy w litrze powietrza jest go 208 ml, w wodzie najwyżej 50 ml, a często 10 lub nawet mniej (5).

Woda morska – miejsce życia wielu ryb, a także niektórych gadów – stwarza także pewien szczególny problem związany z zasoleniem. Zwierzęta muszą usuwać nadmiar soli gromadzącej się w ich organizmach. Ryby pozbywają się jej w procesie osmoregulacji. U gadów funkcję tę pełnią specjalne gruczoły (8).

Istotnym czynnikiem biologicznym wpływającym na specyfikę poszczególnych grup kręgowców jest także rodzaj i sposób pobierania pokarmu. Płazy są mięsożercami, także w znacznym stopniu gady. Ryby zjadają natomiast zaskakująco szeroką gamę pokarmów nie tylko zwierzęcych, lecz również roślinnych. Zarówno gady, jak i płazy polują przy zastosowaniu dwóch strategii: aktywnego wyszukiwania oraz siedzenia i oczekiwania, aż potencjalna zdobycz zbliży się na odpowiednią odległość. O bardzo dużych różnicach w aktywności pokarmowej (która

właściwie decyduje o aktywności ogólnej) mówią przykłady ze świata jaszczurek. Rychlik tygrysi (*Cnemidophorus tigris*) z rodziny teiid wykazywał aktywność ruchową przez 90% czasu ogólnej aktywności. Było to jednak tylko ok. 5 godzin w ciągu doby (9). Z kolei legwan gładkogłowy<sup>2</sup> (*Leiocephalus schreibersi*) obserwowano w trakcie całej aktywności dziennej poruszał się jedynie przez mniej niż 1% całego czasu (5). Innym przykładem nietypowej aktywności są węże z grupy dusicieli, które spożywają z małą częstotliwością stosunkowo dużą ilość pokarmu. Po posiłku potrzebują one długiego okresu odpoczynku. Dzieje się tak, ponieważ organizm zwierzęcia staje się wtedy prawdziwą „maszyną do przetwarzania pokarmu”. Badania nad trawieniem u pytona tygrysięgo (*Python molurus*) wykazały, że w ciągu kilku dni po zjedzeniu pokarmu znacząco zwiększyła się masa wątroby i jelita cienkiego tego węża, gwałtownie wzrosło w tym czasie również (bo niemal 6-krotnie) zużycie tlenu przez organizm. Parametry anatomiczne pytona wróciły do stanu wyjściowego po około miesiącu (10).

Dane te pokazują, jak trudne jest określenie wzorca aktywności dobowej u kręgowców niższych i jak łatwo można popełnić błąd w ocenie zachowania się. Trzeba bardzo dobrej znajomości specyfiki gatunkowej, by stwierdzić, czy zmniejszona aktywność jest zachowaniem nieprawidłowym (chorobowym), czy też mieści się w granicach normy.

## Zachowanie się kręgowców niższych

### Ryby

Liczbę obecnie istniejących gatunków ryb szacuje się na ponad 30 tys. (11). Klasyfikacja tych zwierząt jest zresztą zmurą specjalistów od systematyki. Okazuje się, że ryby chrzęstnoszkieletowe (np. rekiny) posiadają tak niewiele cech wspólnych z kostnoszkieletowymi, że objęcie ich określeniem „ryba” staje się problematyczne. Przedstawiciele poszczególnych gatunków różnią się znacznie pod względem wielkości, kształtu ciała, typu środowiska i sposobu życia. Dominującym zmysłem jest wzrok, choć inne też odgrywają pewną rolę. Wiele gatunków wychwytuje słabe pola elektryczne w wodzie (elektrorepcja bierna), inne mają zdolność (dzięki specjalnym narządom) do tworzenia własnego pola, które używają do orientacji i zdobywania pokarmu (elektrorepcja czynna). Jednak wiedza dotycząca zachowania się znakomitej większości ryb jest dramatycznie mała. Praktycznie ogranicza się ona do gatunków ryb trzymanyh przez akwarystów

2 Nazwa polska wprowadzona przez autora.

**Tabela 1.** Modelowy, uproszczony etogram ryb opracowany na podstawie zachowań ryb danio przegowanego (*Danio rerio*) i brzanki wielkołuskowej (*Puntius oligolepis*) utrzymywanych w akwariach (za Kistler i wsp., 2011, zmodyfikowany)

Kategoria zachowania się	Rodzaje zachowania się	Opis
Lokomocja	powolne pływanie	powolne przemieszczanie się z użyciem płetw i falowania ciała
	unoszenie się na wodzie	bardzo wolne poruszanie się, przy minimalnym ruchu płetw
	szybkie pływanie	poruszanie się zwykle po linii prostej z dużą prędkością
Zachowanie pokarmowe	zjadanie	chwytywanie i polykanie kawałków pokarmu
	skubanie	żerowanie na dnie (piasku), na roślinach i glonach, na szybie
Zachowanie komfortowe	ocieranie się	dotykanie bokiem ciała do podłoża
Zachowanie społeczne	poruszanie się grupowe	synchroniczny ruch przynajmniej trzech osobników
	podążanie za	jeden z osobników płynie za innym
	zbliżanie się	jeden z osobników podpływa do drugiego na odległość mniejszą niż długość ciała
Zachowanie agonistyczne (konflikt z innym osobnikiem lub reakcja na nieznaną obiekt)	groźenie	osobnik ustawia się wobec drugiego tak, by wydać się jak największy (np. prostopadle, z uniesionymi płetwami)
	atak lub ucieczka	jeden z osobników błyskawicznie podpływa do drugiego, zmuszając go do wycofania się lub ucieczki
	obrona	osobnik atakuje innego, który zbliża się do określonego obiektu (np. do gniazda)
Zachowanie rozrodcze	zaloty	osobniki pary wykonują naprzemiennie określone ruchy, jak zbliżanie się, podążanie za drugim osobnikiem itd.
Zachowanie anormalne	zachowanie stereotypowe	pływanie w tę i z powrotem wzdłuż ściany akwarium

czy hodowanych komercyjnie (w ramach tak zwanej akwakultury), także częściowo do ryb będących przedmiotem wędkarstwa sportowego. O życiu ryb z głębin oceanicznych wiadomo niewiele. Z pewnością bardzo trudno jest podciągnąć pod jeden wzorzec zachowania się gatunki żyjące w różnych środowiskach słodkowodnych i morskich. Toteż etogram przedstawiony w tabeli 1 dotyczący dwóch popularnych gatunków hodowanych w akwariach (12) należy traktować jako pewne tylko przybliżenie do opisu zachowania ryb.

## Płazy

Obecnie sklasyfikowano ponad 6 tys. gatunków płazów, ale prawdopodobnie jest ich więcej (zwłaszcza na niezbadanych jeszcze całkowicie terenach tropikalnych świata). Płazy dzielą się na trzy grupy: ogoniaste (np. traszki i salamandry), bezogoniaste (np. żaby i ropuchy) oraz beznogie (13). Grupy różnią się cechami behawioru. Na przykład u płazów bezogoniastych najważniejszym zmysłem jest słuch, podczas gdy u ogoniastych – węch i wzrok. Płazy bezogoniaste mają również sprawniejsze kończyny, zdolne do złożonego poruszania się (skoki, chód, kopanie itd.; 5). Podobnie jak u ryb także w przypadku płazów znajomość biologii wielu gatunków nie jest dobra, chociaż ta sytuacja powoli

się zmienia. Obserwowany obecnie globalny kryzys płazów (postępujące zagrożenie coraz większej ich liczby) skłania bowiem ogrody zoologiczne i inne ośrodki restytucji dzikiej fauny do zainteresowania tymi zwierzętami i szerokiej akcji ratowania ich poprzez hodowlę wiwaryjną.

Analizując zachowanie się płazów, należy dodać, że na osobną charakterystykę zasługują formy larwalne poszczególnych gatunków, których behawior (np. pokarmowy) różni się od dorosłych osobników.

Wśród płazów za modelowy gatunek można uznać żabę szponiastą (*Xenopus laevis*), która jest także bardzo ważnym i jednym z najstarszych gatunkiem zwierząt laboratoryjnych (stosowana w doświadczeniach z dziedziny fizjologii i genetyki). Pierwotnie mieszkawiec południowej części Afryki, żaba szponiasta, została introdukowana także na innych kontynentach. Gatunek ten ma biologię i zachowanie zbliżone do swoich bezogoniastych krewniaków, choć bardziej niż oni związany jest ze środowiskiem wodnym (posiada nawet typowy dla ryb narząd linii bocznej). *Xenopus laevis* może znieść sezonowe zmiany temperatury otoczenia i wysychanie zbiorników wodnych dzięki zdolności do odrętwienia (estytucji). W zachowaniu żaby szponiastej dominują trzy charakterystyczne dla płazów rodzaje aktywności: behawior pokarmowy,

antydrapieżniczy i rozrodczy. Podobnie jak jej krewniacy, jest żarłoczna i chwytą wszystkie rodzaje pokarmu, które może połknąć: owady, drobne kręgowce (łącznie z małymi ssakami i ptakami) i fragmenty roślin. Żaba szponiasta zjada również padlinę oraz skrzek i kijanki własnego gatunku. Jej fazy zachowania łowieckiego są charakterystyczne dla innych płazów stosujących czynne polowanie: namierzenie obiektu, reakcja kierunkowa, zbliżenie się i końcowy rzut do przodu, połączony ze schwytnością zdobyczy. Podstawową reakcją obronną żaby szponiastej jest ucieczka (14).

Podobieństwa tego płaza do innych gatunków widoczne są także w okresie rozrodu. Zarówno samce, jak i samice żaby szponiastej wokalizują. Nasila się agresywność samców, które wykazują ochotę do walk. Zapłodnienie jest zewnętrzne i towarzyszy mu amplexus (specyficzny chwyt samicy przez samca, co umożliwia zbliżenie ujścia ich dróg rodnych). W środowisku naturalnym splecione ze sobą osobniki obu płci powoli przemieszczają się w wodzie, co umożliwia osadzanie się zapłodnionych jajeczek na roślinach. Interesujące, że w laboratoriach samice *Xenopus laevis* produkują skrzek nawet pod nieobecność samców (14).

Skóra wszystkich gatunków płazów wydziela rodzaj śluzu, który chroni je przed utratą wody. Niektóre dodatkowo tworzą toksyny, które służą do obrony przed drapieżnikami. Dotychczasowe badania na płazach doprowadziły do wyizolowania z ich gruczołów ponad 200 toksyn, niekiedy o bardzo silnym działaniu (15). Żaba szponiasta w momencie zagrożenia zwykle szybko ucieka w bezpieczne, osłonięte miejsce. Jednak w stanie stresu osobniki wydzielają także białawy śluz, zawierający mieszaninę toksyn (ceruleina, ksenopsyna, bufotenidyna itp.), które na pewien czas paraliżują drapieżnika, umożliwiając żabie ucieczkę (14).

Formy larwalne płazów, kijanki, są idealnie przystosowane do życia wodnego. Wyposażone są w skrzelę i strukturę, które przypominają płetwy ogonowe. Repertuar zachowań kijanek to poruszanie się (pływanie), zjadanie pokarmu i zachowania grupowe, podobne do behawioru ławicy ryb. Larwy różnych gatunków mają w rozmaity sposób wykształcony aparat gębowy przystosowany do pobierania mniejszego (mikrofaagi) bądź większego, często żywego pokarmu (makrofaagi). Żaba szponiasta należy do pierwszej grupy. Jej larwy zjadają mikroskopijne cząstki roślin i glonów. U gatunku tego występuje również skłonność do skupiania się osobników i poruszania się w jednym kierunku. Podstawą do tego zachowania się są bodźce wzrokowe, a jego



celem jest prawdopodobnie dezorientowanie drapieżnika (15).

## Gady

Gady są najbardziej zróżnicowaną spośród omawianych grup kręgowców. Do tej pory zostało opisane ok. 10 tys. gatunków, z czego ponad 9 tys. to blisko spokrewnione ze sobą jaszczurki i węże (16). Ponadto do gadów zaliczają się żółwie, krokodyle i dwie mniej znane grupy, obrączkowce i hatte-rie, które zostaną tu pominięte.

Zachowanie gadów jeszcze trudniej podciągnąć pod pewien schemat niż w przypadku ryb i płazów. Zamieszkuje one wszystkie typy środowisk – od pustyni do głębin morskich i strefy klimatyczne – od tropików do koła podbiegunowego. Kręgowce te muszą więc być niezmiernie zróżnicowane, jeśli chodzi o morfologię, fizjologię i sposób życia. Oprócz termoregulacji behawioralnej i mięsożerności (w przeważającej liczbie przypadków) oraz okresowej wylinki do typowych cech gadów należy rozbudowana komunikacja międzyosobnicza: werbalna (np. krokodyle) i niewerbalna, za pomocą mowy ciała i zmiany barwy (jaszczurki). Jaszczurki, węże oraz żółwie posiadają aktywny narząd lemieszowy, który odgrywa znaczną rolę w powonieniu, a jego funkcjonowanie wiąże się z charakterystycznym wyciąganiem i chowaniem języka przez zwierzę. U żółwi, krokodyli i jaszczurek płęć młodych determinowana jest przez temperaturę inkubacji. Wiąże się to z zachowaniem samicy, która w specjalny sposób zakopuje jaja w jamce zrobionej w ziemi. Niezależnie od tego, gady mają także wyróżniające je cechy specyficzne. Na przykład niektóre węże (grzechotniki i dusiciele) wyposażone są w oryginalny narząd zmysłu – oko termiczne (narząd policzkowy), pozwalający na podstawie minimalnej różnicy temperatury lokalizować zdobycz nawet w warunkach słabej widzialności. Żółwie morskie należą do gadów podejmujących spektakularne migracje w celu rozrodczym (17). Z kolei jaszczurki znane są ze swoich niezwykle zachowań antydrapieżniczych, jak autotomia (dobrowolna utrata ogona) spotykana np. u niektórych scynków (*Scincidae*), wystrzykiwanie krwi na przesładowcę przez frynosomę (*Phrynosoma* spp.), czy taktyka obronna szyszkowca (*Cordylus* spp.), który zwija się w kłębek, chroniony grubym pancerzem z rogowych tarcz (18).

Dla przedstawienia zarysu etogramu gadów mogą być reprezentatywne obserwacje poczynione w naturalnym środowisku na żółwiu morskim kareta (*Caretta caretta*; 19).

Wydzielono dwie najogólniejsze kategorie behawioru: indywidualny i grupowy,

**Tabela 2.** Uproszczony etogram żółwia kareta (*Caretta caretta*) w środowisku naturalnym (za Schofield i wsp., 2006 zmodyfikowane)

Ogólne rodzaje zachowania	Kategorie zachowania	Rodzaj zachowania się
Indywidualne	lokomocyjne	odpoczynek na powierzchni
		odpoczynek przy dnie
		pływanie w pionie, poziomie i przy powierzchni
	patrolowanie	
	pokarmowe	wyszukiwanie i zjadanie
komfortowe		pielęgnacja własna
Grupowe	agonistyczne	konflikt między samcami
		konflikt między samicami
	rozrodcze	zaloty
		kopulacja
		kopulacja z asystą innego samca

do których zakwalifikowano kilkanaście zachowań (tab. 2). Może on służyć za podstawę dla inwentaryzacji behawioru gadów.

## Dobrostan kręgowców niższych

Dobrostan zwierząt dzikich trzymany przez człowieka wiąże się z trzema sferami: utrzymaniem dobrego stanu zdrowia, ograniczeniem nieprzyjemnych, afektywnych stanów (ból, strach itd.) oraz z możliwością zachowania się podobnie jak w naturze (20). Jeśli chodzi o ostatni problem, istotne jest zapewnienie zwierzętom możliwości utrzymania właściwego trybu życia (dziennego lub nocnego) oraz ekspresji, w zależności od potrzeb, behawioru pokarmowego, społecznego, terytorialnego, antydrapieżniczego i rozrodczego.

W każdej z tych sfer zaburzenie dobrostanu (stres) polega na naruszeniu dynamicznej równowagi homeostatycznej, w każdej z nich też objawem zaburzenia może być zachowanie się.

Dobrostan omawianej tu grupy zwierząt zależy w ogromnej mierze od stworzenia im właściwego miejsca do życia. Kręgowce niższe utrzymywane przez człowieka wyrażą się reakcją zaburzeniem zdrowia i/lub zachowania się na wiele czynników środowiska zewnętrznego. W oczywisty sposób są to przede wszystkim czynniki abiotyczne, takie jak temperatura, wilgotność, światło (nie tylko natężenie, ale także jakość), hałas, zapachy itd. Z kolei inne potencjalne stresory związane z urządzeniem akwarium lub terrarium, to nieodpowiedni typ podłoża, zbyt mała przestrzeń pozostająca do dyspozycji zwierząt, brak schronu, nieodpowiednie zestawienie grupy zwierząt (tak w aspekcie wewnątrzgatunkowym i międzygatunkowym) czy niewłaściwe żywienie oraz wymuszona bliskość ludzi i złe znośnienie manipulacji (handling; 21, 22).

Zmiana sposobu życia w warunkach wiatryjnych może zmienić zachowanie się zwierząt. Bardzo istotny jest na przykład

wpływ żywienia. Na przykład wiele gadów dla swego dobrostanu wymaga naświetlania promieniowaniem ultrafioletowym. Frakcja UVB tego promieniowania stymuluje bowiem syntezę witaminy D. Wpływ ten jest tym bardziej znamieny, im bardziej dieta zwierzęcia jest uboga w tę witaminę. Nic więc dziwnego, że, jak wykazały obserwacje, u kameleona lamparciego (*Furcifer pardalis*) długość ekspozycji na światło w terrarium była uzależniona od rodzaju karmy (22).

U dziko żyjących gadów, w których diecie dominuje jeden rodzaj pokarmu forswanie innego sposobu żywienia w hodowli przynosi czasem niepożądany skutek. Zaskroniec tygrysi (*Rhabdophis tigrinus*) normalnie żywi się ropuchami, od których pozyskuje toksyny przetwarzane następnie w organizmie w jego własną broń. Przy karmieniu innymi zwierzętami zaskroniec nie może tworzyć toksyn i w momencie zagożenia częściej wybiera reakcję ucieczki (22).

Istnieje jeszcze jeden aspekt dobrostanu, który ściśle mówiąc dotyczy ryb akwariowych, o którym warto wspomnieć. To spowodowanie przez hodowców zmian morfologicznych u zwierząt podyktowane jest pogonią za nowością form ryb akwariowych. Należą tu między innymi: zmiany płetwy ogonowej (np. popularny „welon”) lub nawet jej redukcja, deformacja głowy, oczu i pyska zwierzęcia (23). Takie zmiany u ryb mogą utrudniać pływanie, funkcjonowanie zmysłów i zdobywanie pokarmu. Na tym jednak wątpliwe praktyki niektórych hodowców się nie kończą. Wspomnieć trzeba jeszcze o sztucznym „kolorowaniu” żywych ryb syntetycznymi barwnikami lub wywoływanie ich świecenia dzięki transferowi genu białka GFP pochodzącego od jednego z jamochłonów *Aequorea victoria* (23). Te zabiegi bardzo mocno ingerujące w organizm zwierzęcia budzą uzasadnione wątpliwości etyczne i protesty nawet w środowisku samych hodowców ryb (23).

## Behavioralne symptomy obniżenia dobrostanu u kręgowców niższych

### Ryby

W środowisku naturalnym, w morzach i oceanach, wiele gatunków ryb cennych gospodarczo jest już wyeksploatowana, toteż dąży się do przekształcania ich w zwierzęta hodowlane. O udomowieniu ryb morskich wykorzystywanych w celach konsumpcyjnych można mówić w przypadku łososia atlantyckiego (*Salmo salar*). Jego populacja mająca pochodzenie hodowlane (wliczając osobniki introdukowane do środowiska naturalnego) stanowi obecnie ponad 90% wszystkich osobników gatunku (24). Trzymane w sztucznym środowisku łososie wykazują zmiany zachowania w stosunku do osobników dzikich, a największą różnicą, to brak lęku przed człowiekiem i duża częstotliwość wzajemnej agresywności u zwierząt młodych (24). W stymulowaniu zachowań nietypowych ma tu zapewne znaczenie także duże zagęszczenie osobników hodowlanych. Konstatację tę potwierdzają obserwacje przeprowadzone na halibucie białym (*Hippoglossus hippoglossus*). Ta cenna gospodarczo plastuga została również poddana próbie sztucznego chowu. Halibut zwykle przebywa nieruchomo przy dnie, gdy jednak zagęszczenie osobników hodowanych zbliża się do 50% powierzchni dna wzrasta u nich częstotliwość pływania, a w szczególności poruszania się prostopadle od dna do powierzchni zbiornika. Jednocześnie pogarsza się pobieranie pokarmu i przyrosty młodych ryb (25). Najwyraźniej zachowania te świadczą o pogorszeniu dobrostanu.

Wiele anormalnych zachowań ryb (zarówno w zbiornikach słodko-, jak i słonowodnych) odnotowali akwaryści. Część z tych form behawioru to reakcje na złe warunki utrzymania, inne są już symptomami chorób. W ocenie zachowania bardzo ważna jest jednak specyfika biologiczna gatunku. Na przykład pozorną apatię osobnika, jego długi czas znieruchomienia i skłonność do ukrywania się z pewnością inaczej należy ocenić, jeśli jest to cecha gatunkowa niż w przypadku ryby normalnie aktywnej i ruchliwej. Istotna jest również częstotliwość anormalnego zachowania się i pojawianie się go u większej liczby osobników.

Niewłaściwe zachowania nawet jednej ryby mogą mieć negatywne konsekwencje dla innych. Na przykład obecność osobnika agresywnego, często atakującego pozostałych mieszkańców akwarium wpływa na pojawienie się u nich stresu (26).

Właśnie agresja jest sygnalizowana jako jedno z najczęściej występujących w akwarium kłopotliwych zachowań. Polega ona na ściganiu, atakowaniu i skubaniu

(zwłaszcza płetw) osobnika atakowanego. Do nadmiernej agresji mają często skłonność ryby terytorialne. Ma ona także związek z niewłaściwym urządzeniem akwarium (zbyt mała objętość zbiornika, brak miejsc umożliwiających ukrycie się) lub nieprawidłowym doborem gatunków.

Innym dość pospolitym zachowaniem, które powinno wzbudzić niepokój jest apatia połączona z brakiem pobierania pokarmu. Widoczna u pojedynczych osobników może być symptomem stresu lub objawem choroby zakaźnej. Jeśli objaw ten występuje u większej liczby ryb, najpierw należy uwzględnić negatywny wpływ któregoś z czynników środowiskowych (26).

Do wad zachowania ryb związanych z nieprawidłową posturą należy „wykręcanie się”, gdy głowa ryby zbliża się do ogona. Świadczy to o poważnym problemie związanym z nierównomierną neuromotoryką mięśni po obydwu stronach ciała. O zaburzeniu kontroli równowagi świadczy przyjęcie pozycji pionowej, głową w dół. Natomiast pływanie brzuchem do góry może być spowodowane kumulacją powietrza w brzuchu i jelitach ryby. Liczne nieprawidłowości widoczne są w czasie ruchu ryb. Poważnym symptomem wskazującym na osłabienie osobnika jest unoszenie się w wodzie i brak aktywnego poruszania się. Złożone płetwy ryby mogą wskazywać na postawę podporządkowaną osobnika, ale również na wczesne stadia chorób. Poruszanie się po linii przypominającej sinusoidę to symptom zaburzeń neurologicznych, których przyczyną jest jakiś składnik środowiska (np. amoniak). Krążenie w kółko w jednej części akwarium jest zazwyczaj związane z jednostronną ślepotą lub uszkodzeniem płetw. Reakcją na brak wystarczającego natlenienia wody jest „łykanie” powietrza na powierzchni zbiornika lub nawet próby wyskakiwania z akwarium. Natomiast gdy ryba zatacza półkola, ocierając się o kamienie i inne elementy wystroju akwarium, najprawdopodobniej jest to wynikiem podrażnienia ciała (często spowodowane przez pasożyty zewnętrzne). Inne nietypowe zachowania ryb, które mają znaczenie dla akwarystów, to „kaszel”, kiedy osobnik nagle gwałtownie otwiera i zamyka skrzelą. Gdy zachowanie występuje często, może świadczyć o chorobie (najczęściej pasożytniczej) skrzel. Zmiana barwy ryby (pociemnienie albo pojaśnienie) wywołwana jest przez różne przyczyny: ślepotę, stres i niektóre choroby zakaźne (26). Ten krótki spis nie wyczerpuje rzecz jasna symptomów behawioralnych, które można uznać za wskaźniki zaburzenia dobrostanu ryb akwariowych.

### Płazy

Z powodu oddychania przez skórę płazy są wyjątkowo podatne na toksyczne związki,

które człowiek wprowadza do środowiska. Z tego powodu zwierzęta te uchodzą za dobre bioindykatory czystości środowiska. Przeprowadzono wiele badań, które wykazały toksyczny wpływ wywierany na płazy przez najróżniejsze środki chemiczne, na przykład stosowane w rolnictwie. W efekcie powstają zmiany anatomiczne i fizjologiczne: głęboka ingerencja w system hormonalny zwierząt, zaburzenie wzrostu i rozwoju, powstawanie deformacji ciała oraz zaburzenie normalnego kształtowania się płci (feminizacja samców) (27). Nie ulega zatem wątpliwości, że negatywny wpływ skażeń chemicznych na biologię płazów dotyczy również zachowania się.

Zmiany te zachodzą już u form larwalnych. Obserwacje przeprowadzone na 240 kijankach żaby trawnej (*Rana temporaria*) wykazały, że pod wpływem popularnego insektycydu, endosulfanu, osobniki wykazywały zmiany zachowania. Pojawiały się nietypowe formy behawioru, jak krążenie wkoło i leżenie na boku. Inne formy behawioru występowały ze zmienioną częstotliwością: kijanki słabiej poruszały się i pobierały pokarm, rzadziej oddychały przy powierzchni wody, gorzej też zagospodarowały dostępną przestrzeń w zbiorniku, gromadziły się w centralnej jego części (28).

U dorosłych osobników utrzymywanych przez człowieka obserwuje się zmiany zachowania wynikające ze stresu związanego z chorobą lub reakcją na nieodpowiednie warunki otoczenia. U gatunków bardziej związanych z wodą te formy behawioru są zaskakująco podobne do wyżej opisanych u ryb. W przypadku wspomnianej wyżej żaby szponiastej symptomami zakłócenia dobrostanu są: brak ucieczki i oporu w czasie chwytania przez człowieka, pływanie brzuchem do góry albo unoszenie się na wodzie, niezdolność do nurkowania, częste podpływanie do powierzchni wody w celu oddychania i słabsze pobieranie pokarmu (14). U płazów występuje także znane dobrze w świecie gadów behawioralne wywołanie gorączki (należące do tak zwanych zachowań chorobowych). Zakażone patogenami zwierzęta wybierają wtedy cieplejsze miejsce w swoim środowisku, aby w ten sposób zwiększyć temperaturę ciała (15).

### Gady

Zagadnienie stresu u gadów jest złożone i wymaga wyjątkowo wnikliwego podejścia oraz bardzo dobrej znajomości biologii gatunku. Jednak u niektórych gadów stres manifestuje się spektakularnym zachowaniem i najwyraźniej odgrywa on rolę w biologii gatunku. Przykładem jest dobrze znany hodowcom gadów anolis zielony (*Anolis carolinensis*), jaszczurka nadrzewna z grupy legwanów. Nie bez słuszności nazywany



„amerykańskim kameleonem” anolis zmienia barwę na brązową pod wpływem bodźców, takich jak widok potencjalnego drapieżnika czy zbyt bliska obecność ludzkiego obserwatora. W życiu społecznym anolisa zielonego stres jest tak silny, że w jednym z badań podporządkowany samiec nie interesował się samicami jeszcze dwa dni po odseparowaniu dominanty. Osobnik ten nie ośmielił się nawet wchodzić na wyższe gałęzie w terrarium (28). Obserwacje wykazały, że u gatunków, takich jak anolis zielony stres może wywołać widok osobnika w sąsiednim terrarium, a nawet własne odbicie w lustrze (22).

Jednak wskaźniki behawioralne stresu mogą być zawodne. Jak już wspomniano wyżej, gady często wykazują minimalną aktywność ruchową i dlatego u niektórych gatunków (przy braku innych zmian) trudno stwierdzić, czy nieruchome zwierzę jest pod wpływem stresu, czy też nie. Najlepszym przykładem są krokodyle, które trzymane w ogrodach zoologicznych czy też na fermach zachowują się tak, jakby stałe wypoczywały. Tymczasem badania prowadzone na fermowych aligatorach missisipijskich (*Alligator mississippiensis*), przedstawicielach jednego z najpopularniejszych gatunków hodowanych przez człowieka, wykazały, że ich reakcja hormonalna na stresor w postaci nadmierne go zagęszczenia jest podobna jak u innych zwierząt. W wyniku zadziałania stresora podwyższa się poziom kortykosteronu. Jednym z zaleceń dotyczących dobrostanu krokodyli jest więc nakaz, by wybiegi dla nich posiadały bariery wizualne między osobnikami, zwłaszcza samcami (29).

Jednak stres mierzony podwyższonym poziomem kortykosteronu nie zawsze można u gadów oceniać jednoznacznie negatywnie. Wzrost poziomu tego hormonu u samca węża ogrodowego (*Thamnophis sirtalis*) po schwytaniu go przez badacza nie spowodował później oczekiwanego zahamowania zachowań rozrodczych gada. Paradoksalnie kortykosteron mógł pomóc samcom węzów ogrodowych w uwalnianiu substancji zapasowych, niezbędnych w czasie głodówki towarzyszącej okresowi zalotów i kopulacji (30).

Przejawem stresu u gadów może być również brak chęci do zjadania pokarmu. Długotrwała głodówka zwierząt dzikich w ogrodach zoologicznych jest jednym z poważniejszych problemów, z którymi boryka się personel tych instytucji. Przyczyną jest stres, ale również brak adekwatnych bodźców wyzwalających zachowania pokarmowe. U węzów częstotliwość pobierania pokarmu normalnie niska może być jeszcze obniżona przez utrzymywanie w niewygodnych warunkach. Jeden z twórców współczesnej herpetologii, George Boulenger, podał kilka naprawdę zdumiewających przykładów

głodówek, najwyraźniej wywołanych stresem: boa madagaskarski (*Acrantophis madagascariensis*) – 50 miesięcy, żmija żebrovana (*Vipera aspis*) – 36 miesięcy, python skalny (*Python sebae*) – 18 miesięcy. Ten sam autor zaznaczył jednak również, że z jego doświadczeń wynika, iż wiele innych węzów nie stwarzało takich problemów i szybko zjadało pokarm (31).

Gdyby starać się odpowiedzieć na pytanie, co u gadów jest najbardziej uniwersalnym, behawioralnym symptomem obniżenia dobrostanu, to odpowiedź mogłaby brzmieć: nadmiar. Zbyt duża aktywność ruchowa lub też przeciwnie, zniechęcenie (zamieranie w bezruchu), nieproporcjonalnie do sytuacji silna reakcja alarmowa (czasem u jaszczurek z rozplaszczaniem ciała na podłożu), długotrwałe chowanie się w skorupie (żółwie), powtarzanie przez długi okres pewnych czynności, jak na przykład rycie w podłożu, czy różnego rodzaju próby pokonania przeszkody w postaci szyby terrarium (tak zwane ITB – interaction with transparent boundaries). Inne znamienne symptomy to szybkie zmiany ruch-bezruch (tak jakby zwierzę „wahało się”), groźenie lub agresja kierowana w stosunku do innych zwierząt w terrarium albo człowieka, zmiana barwy, różnego rodzaju dźwięki (u węzów głośne syczenie). W reakcji zwierzęcia na interakcje z człowiekiem mogą pojawić się takie formy zachowania, jak zwracanie pokarmu i wysuwanie prącia (32).

Te nieprawidłowe reakcje są częściowo wynikiem strachu u zwierzęcia (i stanowią elementy zachowań obronnych), częściowo, efektem błędów w przygotowaniu terrarium, przede wszystkim związanych z nieprawidłowym oświetleniem (32). U jaszczurek na przykład istnieje udowodniony silny wpływ filtrowanego światła (frakcji UVA) na szereg zachowań zwierząt (społeczne, rozrodcze, agonistyczne). Za przykład niech służy legwan zielony (*Iguana iguana*), który zwykle łagodny może stać się agresywny przy ekspozycji na niefiltrowane światło słoneczne. Legwan może wówczas atakować ludzi, jak również inne zwierzęta domowe (22).

Rozpoczynając krótki przegląd symptomów związanych z problemami zdrowotnymi, należy w pierwszej kolejności wspomnieć o dwóch dolegliwościach ściśle związanych ze światłem gadów. Pierwszy, to obserwowany u węzów kłopot z wylinką. Problem polega na tym, że wąż nie jest w stanie sprawnie, całkowicie i w jednym kawałku usunąć zużytej warstwy naskórka. Przyczyny tych kłopotów mogą być bardzo różne: od obniżonej wilgotności w terrarium i niewłaściwego jego urządzania (brak w terrarium elementów wystroju, które ułatwiają zwierzęciu usunięcie naskórka), poprzez wywołane przez

roztocza choroby skóry, do nadczynności tarczycy (33). Drugi problem związany jest z zimowaniem. Odrętwienie (hibernacja) w okresie spadków temperatury w jesieni i zimie w sposób naturalny występuje na przykład u gatunków europejskich żółwi lądowych (*Testudo* spp.). W warunkach sztucznych kłopot polega na silnym osłabieniu zwierzęcia bezpośrednio po okresie hibernacji. Przyczyną tego jest całkowite wyczerpanie przez organizm w czasie zimowania substancji zapasowych. Pośrednio przyczynia się do tego złe przygotowanie miejsca do hibernacji i choroby, takie jak: zapalenie górnych dróg oddechowych wywołane przez herpeswirus żółwi (33).

Chore gady wykazują różne symptomy behawioralne. Często obserwowane jest zaburzenie ich naturalnego, przestrzenno-czasowego wzorca aktywności. Innymi słowy, zwierzę nie jest tam, gdzie powinno być w określonej fazie swojej aktywności. Na przykład kameleon przebywa na dnie terrarium, a powinien znajdować się na gałęzi (22). To zaburzenie wzorca przestrzenno-czasowego wiąże się często ze wspomnianą wyżej u płazów termoregulacją w stanie chorobowym, gdyż zwierzę w reakcji obronnej przed zarazkami stara się podwyższyć własną temperaturę ciała i nieoczekiwanie długo przebywa obok źródła ogrzewania.

W przypadku niektórych chorób charakterystyczne są zmiany posturalne. Należy do nich na przykład tak zwane patrzenie na gwiazdy (*star gazing*) u węzów, gdy przednia część ciała zwierzęcia jest uniesiona, a głowa skierowana pionowo w górę. Zachowanie to, którego podłożem są zaburzenia neurologiczne może trwać przez dłuższy czas (22, 33). Podobne formy behawioru w postaci unoszenia głowy (u jaszczurek) wraz z powtarzalnymi ruchami (u żółwi) mogą wskazywać na odczucie bólu (22). Letarg, wymioty oraz osłabienie są innymi, często spotykanymi objawami chorobowymi u gadów (33).

## Podsumowanie

Kręgowce niższe, w szczególności gady i płazy, nie są łatwymi obiektami w badaniach behawioru. Nietypowy wzorec aktywności, osobliwa wyrazistość środków komunikacji (zmiana barwy ciała), czasem pozornie słaba reaktywność na bodźce z otoczenia sprawiają, że interpretacja zachowania tych zwierząt jest być może trudniejsza niż w przypadku ssaków i ptaków. Mimo to, obserwacje hodowców i coraz częstsze badania terenowe pokazują nam, że nie są to organizmy „prymitywne”, a świat, w którym żyją zmusza je także do skomplikowanych zachowań i zastosowania rozmaitych strategii przetrwania. Należy pamiętać, że ich potrzeby są tylko

częściowo tożsame z potrzebami kręgowców wyższych.

Wybitny zoolog polski, wieloletni dyrektor Warszawskiego Zoo, Jan Żabiński, uważał, że porozumiewanie się ze zwierzętami dzikimi trzymanymi przez człowieka jest faktycznie umiejętnością odczytywania sygnałów mówiących, jak zwierzę reaguje na stwarzanie mu określonych warunków życia (34). Ryby, płazy i gady swoje stany wewnętrzne sygnalizują być może w sposób dyskretny. Ale dotychczasowe doświadczenia hodowców i wciąż powiększająca się wiedza płynąca z badań terenowych pozwala mieć nadzieję, że behavior, podobnie jak u ssaków i ptaków, stanie się ważnym wskaźnikiem oceny dobrostanu.

## Piśmiennictwo

- Anonim. Wild Pets in the European Union. <http://endcap.eu/wild-pets-in-the-eu/>
- Anonim. The Trade in Live Reptiles: Import to United States. 2001. [http://www.humanesociety.org/assets/pdfs/wildlife/exotics/reptile\\_trade\\_import.pdf](http://www.humanesociety.org/assets/pdfs/wildlife/exotics/reptile_trade_import.pdf)
- Wabnitz C., Taylor M., Green E., Razak T: *From Ocean to Aquarium. The global trade in marine ornamental species*. UNEP 2003. [http://www.unep.org/PDF/From\\_Ocean\\_To\\_Aquarium\\_report.pdf](http://www.unep.org/PDF/From_Ocean_To_Aquarium_report.pdf)
- Moberg G.: *Animal Stress*. American Physiological Society, Bethesda 1985.
- Pough F., Janis C., Heiser J.: *Vertebrate Life*. Prentice Hall, Upper Saddle River 2002.
- Nielsen S.: *Fizjologia zwierząt. Adaptacja do środowiska*. PWN, Warszawa 2008.
- Fischer D., Rehak I.: The ecology, ethology and variability of the European green lizard *Lacerta viridis* from a local population along the river Vitava in Central Bohemia. *Gazella* 2010, **37**, 51-167.
- Bertolero A., Donoyan J., Weitzmann B.: *Marine Reptiles: Adaptation, Taxonomy, Distribution and Life Cycles. Encyclopedia of Life Support Systems. Developed under the Auspices of the UNESCO*, Eolss Publishers, Oxford 2002-1011. [www.eolss.net/Sample- Chapters/C09/E2-27-05-06.pdf](http://www.eolss.net/Sample- Chapters/C09/E2-27-05-06.pdf)
- Herz P., Huey R., Garland T.: Time budget, thermoregulation and maximal locomotor performance: are reptiles olympians or boy scouts? *American Zoologist* 1988, **28**, 927-938.
- Secor S., Diamond J.: Evolution of regulatory responses to feeding in snakes. *Physiol. Biochem. Zool.* 2000, **73**, 123-141.
- Huntingford F., Adams C., Braithwaite A., Kadri S., Pottinger T., Sandoe P., Turnbull J.: Current issues in fish welfare. *J. Fish Biol.* 2006, **68**, 332-372.
- Kistler C., Hegglin D., Wurbel H., König B. Preference of structural environment in zebrafish (*Danio rerio*) and checker barbs (*Puntius oligolepis*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2011, **135**, 318-327.
- Mazgajska J.: *Płazy świata*. PWN, Warszawa 2009.
- Chum H., Felt S., Garner J., Green S.: Biology, behavior, and environmental enrichment for captive African clawed frog (*Xenopus spp.*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2013, **143**, 150-156.
- Stebbins R., Cohen N.: *A Natural History of Amphibians*. Princeton University Press, Princeton 1995.
- Uetz P., Hosek J.: The Reptile Database. [www.reptile-database.org](http://www.reptile-database.org)
- Cogger H., Zweifel R. (eds): *Gady i płazy*. ELIPSA, Warszawa 1993.
- Pianka E., Vitt L.: *Lizards. Windows to the Evolution of Diversity*. University of California Press, Berkeley 2006.
- Schofield G., Katselidis K., Panayotis D., Pantis J., Hays G.: Behaviour analysis of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* from direct in-water observation. *Endang. Species Res.* 2006, **2**, 71-79.
- Fraser D.: Assessing animal welfare: different philosophies, different scientific approaches. *Zoo Biology* 2009, **28**, 507-518.
- Morgan K., Tromberg C.: Sources of stress in captivity. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2007, **102**, 262-302.
- Bays T., Lightfoot T., Mayer J.: *Exotic Pet Behavior. Birds, Reptiles and Small Mammals*. Saunders-Elsevier, St. Louis 2006.
- Fossa S. Man – Made Fish: Domesticated fishes and their place in the aquatic trade and hobby. *Ornam. Fish Intern. J.* 2004, **44**, 1-16.
- Gross M.: One species with two biologies: Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the wild and in aquaculture. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1998, **55** (Suppl), 131-144.
- Kristiansen T., Ferno A., Holm J., Privitera L., Bakke S., Fosseidengen J. Swimming behaviour as indicators of low growth rate and impaired welfare in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) reared at three stocking densities. *Aquaculture* 2004, **230**, 137-151.
- Francis-Floyd R.: Tropical fish medicine. Behavioral diagnosis. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1988, **12**, 305-316.
- Mann R., Hyne R., Choung C., Wilson S.: Amphibians and agricultural chemicals. Review of risk in a complex environment. *Environ. Pollut.* 2009, **157**, 2903-2927.
- Greenberg N.: Sociality, stress, and the corpus striatum of the green anolis lizard. *Physiol. Behav.* 2003, **79**, 429-440.
- Brien M., Cherkiss M., Parry M., Mazzotti F.: Housing crocodylians in captivity: consideration for Central America and Caribbean. University of Florida Gainesville 2007. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Moore L., Lemaster M., Mason R.: Behavioural and hormonal responses to capture stress in the male red-sided garter snake *Thamnophis sirtalis parietalis*. *Anim. Behav.* 2000, **59**, 529-534.
- Boulenger G.: *The Snakes of Europe*. Methuen, London 1913.
- Warwick C. Assessing reptile welfare using behavioural criteria. *In Practice* 2013, **35**, 123-131. <http://inpractice.bmj.com>.
- Jepson L.: *Exotic Animal Medicine*. Saunders-Elsevier, London 2009.
- Żabiński J.: *Porozumienie ze zwierzętami*. PWN, Warszawa 1957.