

GRZEGORZ SKÓRZEWSKI

Muzeum Przyrodnicze Uniwersytetu Wrocławskiego
Sienkiewicza 21 50-335 Wrocław
E-mail: grzegorz.skorzewski@uwr.edu.pl

EWOLUCYJNA UTRATA KOŃCZYN U JASZCZUREK

WSTĘP

Redukcje, czy też utraty kończyn są zjawiskiem powszechnie występującym w gromadzie kręgowców, często u grup niespokrewnionych i odległych ewolucyjnie. Wśród ssaków są one widoczne m.in. u waleni, gdzie służą adaptacji do wodnego trybu życia. Znanych jest 205 gatunków beznogich płazów należących do Gymnophiona, zamieszkujących tereny tropików (<http://amphibiaweb.org>). Jednak grupa, w obrębie której znajduje się najwięcej gatunków o zredukowanych czy utraconych kończynach, są gady.

Najliczniejszym w gatunki rzędem żyjących obecnie gadów są łuskonośne (Squamata), a najliczniejszą grupą wchodzącą w jego skład są jaszczurki (6263 gatunków). Wśród przedstawicieli tej jednostki obserwuje się dość częste występowanie gatunków o zredukowanych kończynach lub o zupełnym ich braku (3619 gatunków węży, 196 gatunków amfisben) (<http://www.reptile-database.org>).

POWSZECHNOŚĆ REDUKCJI KOŃCZYN U JASZCZUREK – 2 TYPY MORFOLOGICZNE

Problem redukcji kończyn w rozwoju rodowym Squamata po raz pierwszy poruszony został przez Fubringera w 1870 r. (GREER 1991). Redukcje te, reprezentowane przez różnorodne stopnie zaawansowania (od utraty pojedynczych paliczków po całe kończyny), zachodziły w obrębie Squamata przynajmniej 62 razy w obrębie 52 linii. W przypadku jaszczurek, redukcje w obrębie zarówno przedniej, jak i tylnej kończyny zaistniały 20 razy (GREER 1991).

Zazwyczaj redukcje te są skorelowane z wydłużaniem się ciała gada, jednakże tylko w rzadkich przypadkach dotyczą utraty więcej niż dwóch palców (redukcji ulegają pojedyncze elementy składowe kończyny). Niewielkie redukcje dają się wytłumaczyć w następujący sposób. Utratę palca czwartego można interpretować jako próbę skrócenia osi podłużnej stopy, natomiast utratę skrajnych palców (1 lub 5), jako próbę zmniejszenia jej rozpiętości (GREER 1991). Redukcje dotyczące większej liczby palców czy też całych kończyn, wymagają głębszej analizy i zastanowienia się nad ich celowością.

Wśród jaszczurek o zredukowanej liczbie kończyn daje się zauważyć dwa główne typy morfologiczno-ekologiczne, które można określić mianem „krótkoogonowych kopaczy” i „długoogonowych ładowców” (WIENS i SLINGLUFF 2001).

Pierwsza grupa jest liczniejsza i obejmuje ponad 20 grup jaszczurek, w przypadku których utrata kończyn jest adaptacją do zagrzebywania się w podłożu. Jaszczurki reprezentujące ten typ morfologiczny wykształciły się kilkakrotnie, niezależnie od siebie, w różnych grupach ewolucyjnych zamieszkujących Południową Amerykę, Afrykę i Australię (WIENS i współaut. 2006).

„Długoogonowi ładowcy” to grupa około 5 typów jaszczurek, w przypadku których redukcje kończyn są wynikiem procesów ewolucyjnych zmierzających do optymalizacji poruszania się w terenie porośniętym przez gęstą roślinność. W przeciwieństwie do poprzedniej grupy, gdzie ten typ ekologiczny został wykształcony kilkakrotnie, „krótkoogonowi kopacze” pojawili się tylko raz (rodzina padalcowate Anguidae) na terenie Azji, po czym typ ten uległ rozprzestrzenieniu i dal-

szemu zróżnicowaniu na poszczególne rodzaje (WIENS i współaut. 2006).

Niezależnie od ostatecznie wypracowanego typu morfologicznego, zarówno formy „kopaczy”, jak i „ładowców” pochodziły od gatunków pierwotnie czworonożnych, czego dowodem jest obecność obręczy biodrowej i barkowej u padalcowatych. Wartym zauważenia jest fakt, że formy „kopaczy” i „ładowców” nie powstawały z siebie nawzajem. Należy jednak mieć na uwadze, że pojawiania się jaszczurek o węzokształtnym ciele miały miejsce wielokrotnie w historii ewolucji gadów (WIENS i SLINGLUFF 2001).

Wartym wspomnienia jest również fakt, że niezależnie od stopnia zaawansowania redukcji kończyn, u wszystkich form beznogich jaszczurek, obecny jest zarówno pas piersiowy jak i miedniczny. Udowadnia to, że redukcje w obrębie kończyn nie są jedynie wynikiem zmian w rozlokowaniu domen genów *Hox* odpowiadających za wykształcanie odpowiednich odcinków kręgosłupa. Zwiększenie zasięgu ich działania skłania do przypuszczeń, że powinno to prowadzić do utraty zarówno kończyn, jak i odpowiednich dla nich obręczy, czego nie obserwuje się u jaszczurek beznogich (WIENS i SLINGLUFF 2001).

Różnice w działaniu tych genów dają się zaobserwować w morfologii kręgów tworzących odcinki kręgosłupa. W szkieletcie jaszczurek posiadających cztery kończyny, znajdują się dwa regiony odpowiadające wzorcom działania genów *Hox*. Są to odcinki: szyjno-piersiowy i piersiowo-lędźwiowy kręgosłupa. Granic tych nie obserwuje się u węży i jaszczurek beznogich (HEAD i POLLY 2015). Można by przypuszczać, że w przypadku węży i podobnych im łuskonożnych nastąpiła zmiana regionów działania genów *Hox* odpowiadających za wykształcanie konkretnych kręgów, jednak wyniki badań z wykorzystaniem morfometrii geometrycznej sugerują inny scenariusz. Zaproponowany przez Heada i Pollyego schemat, zakłada oddzielenie się od siebie domen odpowiedzialnych za tworzenie kręgów i szkieletu obręczy, przy jednoczesnym wzroście udziału liczby sommitów, bez zmiany funkcji genów *Hox*. Co więcej, powszechnie znany schemat kręgosłupa podzielonego na odpowiednie fragmenty wydaje się nie być jego pierwotną formą w przypadku węży (HEAD i POLLY 2015). Pytaniem wciąż pozostaje kwestia, czy takie same mechanizmy genetyczne stoją za wykształceniem się beznogich form u jaszczurek?

DYLEMAT OGONA: KRÓTKI CZY DŁUGI?

Wykształcenie długiego lub krótkiego ogona u jaszczurek o zredukowanej liczbie koń-

czyn znajduje swoje wyjaśnienie w trzech, równie prawdopodobnych teoriach, wyjaśniających powstanie jednego z wcześniej wspomnianych typów morfo-ekologicznych.

Według pierwszej teorii, długi ogon jest zaletą dla gatunków żyjących w trawie, co jest zauważalne również u taksonów niewykazujących redukcji kończyn, zamieszkujących tereny gęsto zarośnięte (np. *Takydromus sexlineatus*). Długi ogon usprawnia ruch undulacyjny, pozwalając jaszczurce sprawnie przemieszczać się pośród źdźbeł sztywnych traw, niejako „płynąć” w ich gaszczu.

Druga teoria, również dotycząca gatunków żyjących na powierzchni mówi, że długi ogon w przypadku ataku drapieżnika zmniejsza szanse odniesienia poważniejszych ran. Jest dużo bardziej prawdopodobne, że atakujący drapieżnik obierze za cel długi i wijący się ogon jaszczurki, a nie jej korpus. Utracony w takiej sytuacji ogon może ulec regeneracji i ponownie spełniać swoje funkcje, jako wabik (WIENS i współaut. 2006). Dobrym przykładem potwierdzającym tę tezę są padalcowate reprezentujące typ „długogonowych ładowców”. Ich ogon jest często delikatny i łamliwy, czemu zawdzięczają swoją anielską nazwę „glass lizard” (szklane jaszczurki). Chociaż pokrojem ciała przypominają one węże, to różnią się od nich dwiema głównymi cechami. Po pierwsze, ich ogon może stanowić do 60% długości całego ciała (w przypadku węży zazwyczaj nie przekracza on 20%), a budowa ich szczęk nie odbiega budową od innych przedstawicieli tej grupy (PIANKA i VITT 2003).

Trzecia teoria tłumaczy miniaturyzację ogona u jaszczurek kopiących. Pod ziemią został on zredukowany, ponieważ szansa ataku drapieżnika jest tam zdecydowanie mniejsza, natomiast rośnie szansa jego przypadkowego uszkodzenia o elementy podłoża. Przykładem takiego ryzyka jest przypadek krajowego padalca zwyczajnego, u którego nierzadko dochodzi do autotomii ogona w przypadku zaklinowania się gada przy próbie wpełnienia pod korę lub ściółkę, które stanowią naturalne kryjówki tej jaszczurki (JUSZCZYK 1987). Dużo istotniejszym argumentem przemawiającym za tą teorią jest potrzeba dokonania „wyboru” przez samice, co „wola” zredukować: korpus czy ogon. Żyjąc pod ziemią wygodniej jest mieć mniejsze rozmiary, a w przypadku zwierzęcia, u którego połowa długości ciała przypada na pozbawiony ważnych narządów ogon, kwestia redukcji odpowiedniego „końca” nabiera istotnego znaczenia. Mając do „wyboru” skrócić ogon albo tułów z położonymi w nim organami rozrodczymi, ewolucja kładła nacisk na skrócenie tego pierwszego, ponieważ w zredukowanej jamie ciała jajniki miałyby

mniejsze rozmiary, a co za tym idzie mniejsza byłaby produkcja młodych, co obniżałoby dostosowanie samicy (WIENS i współaut. 2006).

UCIEKAĆ CO SIŁ... W OGONIE

Życie pod ziemią zmniejsza ryzyko ataku drapieżnika, jednak wymusza konkretne adaptacje. Taką możliwością jest właśnie utrata kończy. Jedną z teorii uzasadniających występowanie zaniku lub redukcji składowych części kończyny u jaszczurek jest usprawnienie metod ucieczki przed drapieżnikiem. Pogląd ten jest dobrze zilustrowany na przykładzie scynków z rodzaju *Chalcides*. Wydaje się, że wszystkie gatunki jaszczurek z tego rodzaju pochodzą od zwierząt pierwotnie żerujących na powierzchni ziemi, które z czasem zaczęły wykształcać adaptacje do zagrzebywania się w glebie (GREER i współaut. 1998). U scynków tych stwierdzono liniową korelację między długością ciała i głowy a malejącą względną długością kończyn przednich i tylnych. Dodatkowo, wraz ze spadkiem długości kończyn zauważa się redukcję liczby palczków (zarówno kończyny przedniej, jak i tylnej). Ponadto, istnieje również liniowa korelacja między liczbą kręgów odcinka przedkrzyżowego a długością ciała jaszczurki (GREER i współaut. 1998).

U *Chalcides* zauważa się wyraźne etapy optymalizacji metod ucieczki przed drapieżnikiem, której strategia polega na zagrzebywaniu się w glebie. Gatunki posiadające wyraźne kończyny przednie i tylne (np. *C. bedragai*, *C. ocellatus*, *C. viridonus*), w sytuacji zauważenia przez drapieżnika próbują skryć się w uschniętych liściach na powierzchni ściółki. Natomiast gatunki, u których poziom redukcji palców jest pośredni, w momencie zagrożenia zagrzebują się w podłożu (np. *C. mionecton*).

Jakby „złośliwie” burząc łańcuch przyczynowo skutkowy, przedstawiciele rodzaju prezentujący najdalej idącą redukcję kończyn nie chowają się do nor w sytuacji zagrożenia, lecz zamieszkują tereny mocno zarosnięte trawą i krzakami. W ich przypadku redukcja kończyn jest odpowiedzią na życie w takim środowisku (np. *C. pseudostratus*), w którym znów mamy powtórzenie „dylematu długości ogona”.

Najdalej posuniętą redukcję obserwujemy u *C. guetheri*, u którego kończyny przyjmują formę stylików (niewielkich wyrostów po bokach ciała). Zauważono, że poruszając się stosuje on ruch ondulacyjny, będący adaptacją do życia w trójwymiarowej przestrzeni pędów traw. Gatunki scynków o słabej redukcji kończyn korzystają z tego ruchu jedynie w momencie znalezienia się na pia-

sku, natomiast te o silnej redukcji, w czasie poruszania się pośród roślinności, co, jak wspomniano, jest skuteczną metodą poruszania się w takim środowisku (GREER i współaut. 1998).

Co więcej, teorię tę wydaje się potwierdzać fakt, iż większość gatunków o zredukowanych, ale nadal wyraźnych kończynach w przypadku konieczności szybkiej ucieczki (lub też poruszania się), układa kończyny wzdłuż ciała i porusza się ruchem wijącym (np. *C. stratus*, *C. chalcides*). Dowodzi to, że kończyny „przeszkadzają” im w skutecznym unikaniu zagrożenia (GREER i współaut. 1998).

PO OBIAD POD ZIEMIĘ

Jak widać na powyższym przykładzie, redukcja kończyn u Squamata mogła być odpowiedzią na presję ze strony drapieżników lądowych oraz adaptacją do życia w ekosystemach porośniętych gęstą roślinnością. Jednak nie jest to jedyne wyjaśnienie. Odmiennie od tendencji reprezentowanej przez *Chalcides*, australijskie Pygopodidae w redukcji kończyn znalazły metodę udoskonalenia strategii drapieżniczych. Pygopodidae to rodzina jaszczurek, której beznodzy przedstawiciele w większości mają krótkie, łamliwe ogony, wydłużone ciała i schowane pod łuskami otwory słuchowe. Są to więc typowi „krótkoogonowi kopacze”, przy czym zajmują nisze ekologiczne charakterystyczne dla węży. Niektóre z tych jaszczurek (rodzaje *Delma*, *Paradelma* i *Pygopus*), w sytuacji zagrożenia starają się imitować zachowania prawdziwych węży, poprzez podnoszenie głowy i skrócenie spłaszczonej szyi w charakterystyczny dla węży sposób. Ponadto, „atakują” potencjalnego drapieżnika wyrzucając głowę do przodu, tak jak kasają węże (PIANKA i VITT 2003).

Przyjrzyjmy się im nieco bliżej. Pierwszym, godnym uwagi rodzajem jest *Aprasia*, spełniająca ekologiczną rolę ślepuch (rodzaj *Ramphotyphlops*). Gatunki z tego rodzaju żerują pod ziemią żywiąc się termitami i mrówkami (WIENS i współaut. 2006). Przedstawiciele rodzaju *Lialis* są natomiast gatunkami konwergentnymi do takich rodzajów węży jak *Cacohis*, *Furina* i *Demansia*. Są to stosunkowo duże jaszczurki dorastające do 75 cm długości. Żywią się innymi jaszczurkami, które mogą stanowić do 95% ich diety. *Lialis* stosują tzw. strategię „sit and wait”, zagrzebane pod ściółką polują na przechodzące scynki. Co ciekawe, ich ofiary również należą do jaszczurek o zredukowanych kończynach i wydłużonych ciałach. Są one pokryte gładkimi łuskami i są również wyspecjalizowane w zagrzebywaniu się w

ziemi (np. *Lerista*, *Saipos*, *Anamalopus*). Co ciekawe, w przewodach pokarmowych przedstawicieli rodzaju *Liasis* znajdowano również młode węże (PATCHELL i SHINE 1986).

Utrata kończyn, będąca adaptacją do polowania, jest szczególnie wyraźna u gatunku *Pygopus lepidopodus*. Jaszczurka ta poluje na pająki (mogące stanowić nawet 70% jej diety), które zabija w ich własnych norach. Gad ten poluje za dnia, wpełzając do nor zajmowanych przez chroniące się w nich w porze dziennej pająki. Co ciekawe, ofiarami tej jaszczurki padają jedynie dorośli przedstawiciele dużych pajaków należących do Mygalomorphae. Do tej pory nie jest znany mechanizm chroniący gady przed jadem tych pajęczaków (PATCHELL i SHINE 1986).

Ostatnią, wartą wspomnienia formą ekologiczną, spotykaną u Pygopodidae, są jaszczurki zamieszkujące drzewa. Należą tutaj posiadające niezwykle długie, chociaż łamliwe ogony gatunki z rodzaju *Delma*, zwane po angielsku „javelin lizard” (co można przetłumaczyć jako „jaszczurki oszczepowe”). W przypadku zagrożenia ze strony ptaków, gady te stosują metodę ucieczki polegającą na zeskakiwaniu z gałęzi na ziemię. Co więcej, przedstawiciele rodzaju *Delma* potrafią unieść całe swoje ciało do góry i skakać wykorzystując silne mięśnie ogona (PIANKA i VITT 2003).

„ANARCHIŚCI”

W każdej kwestii, nie tylko biologicznej, zawsze znajdują się przypadki zaburzające nawet najbardziej prawdopodobne teorie. „Burzycieli” podziału na „kopaczy” i „ładowców” odnajdujemy w infrarzędzie Diploglossa, u których obserwujemy zanik kończyn, połączony z obydwoma typami morfo-ekologicznymi. Przypuszcza się, że pojawienie się form beznogich było w tym przypadku efektem raczej długiej niż krótkiej ewolucji. Żadna z tych linii nie pojawiła się bowiem wcześniej niż 20 mln lat temu (najmłodsza to *Ophiodes*, najstarsza *Anniella*).

Wydłużanie tułowia przy „krótkim” ogonie reprezentują Anniellidae, natomiast u Diploglossidae obserwuje się wydłużanie zarówno tułowia, jak i ogona. Wpisuje się to we wcześniejszej teorii, jednak z jednym wyjątkiem. Cechą specyficzną jest brak korelacji między utratą kończyn a wydłużaniem się ciała u niektórych przedstawicieli tego infrarzędu. Pierwszym z nich jest *Celestus haetianus*, u którego nastąpiła redukcja tylko jednego palca przy wydłużonym pokroju ciała, a drugim *Diploglossus pleei*, u którego, przy podobnym pokroju ciała, obecne są wszystkie palce (WIENS i współaut. 2006).

LIMITOWANIE POWSZECHNOŚCI

W przypadku występowania na jednym kontynencie gatunków reprezentujących ten sam typ morfo-ekologiczny interesującym jest fakt, że ewoluowały one bez kontaktu ze sobą, chociaż ich środowisko życia było do siebie podobne. Przykładem są *Anniella pulchra* i *Plestiodon reynoldsi*. Pierwsza jest gatunkiem zamieszkującym Kalifornię, należącym do rodziny Anniellidae. Nie posiada szczątkowych kończyn i jest gatunkiem przystosowanym do kopania w piasku. *Plestiodon reynoldsi* należy do podrodziny Scincinae, jest również formą kopiącą w piasku, jednak, w przeciwieństwie do *A. pulchra*, ma szczątkowe kończyny przednie i tylne. Zamieszkuje on tereny Florydy. Gatunki te zamieszkują podobne, chociaż znacznie od siebie oddalone nisze (WIENS i współaut. 2006).

Powszechność redukcji kończyn u jaszczurek daje się wytłumaczyć obecnością podobnych biotopów w obrębie ekosystemów Ziemi, gdzie zbliżone warunki wymuszały wykształcenie podobnych rozwiązań, co jest typowym przejawem konwergencji. Jednocześnie, mnogość form o wężowatym pokroju ciała jest przyczyną ograniczenia ich liczby. Ogromna liczba gatunków węży, których pierwsze formy pojawiły się ok. 120 mln lat temu (były to formy krótkoogonowe), wpłynęła na liczbę gatunków jaszczurek beznogich, ograniczając ją przez zajęcie nisz wymagających takiej adaptacji.

Samo występowanie na jakimś obszarze form beznogich jaszczurek ograniczało pojawianie się takich adaptacji u innych linii. Na przykład *Lygosomine* (scynki) ewoluowały w centralnej Afryce, Australii i Azji, a obecnie ich występowanie ograniczone jest do zachodnich obszarów Ameryki Północnej. Występuje tam wspomniany wcześniej *Plestiodon*, którego pojawienie się datowne jest na ok. 25 mln lat temu. Ten sam obszar zdominowały, zajmując tę samą niszę, Anniellidae, które pojawiły się ok. 45 mln lat wcześniej.

Podobnie, Diploglossidae nie wykształciły form kopiących na terenie Ameryki Południowej, ponieważ były tam już Gymnophthalmidae (tzw. jaszczurki okularowe), których formy beznogie powstały ok. 95 mln lat temu i zajęły tę niszę wcześniej. Pierwsze formy beznogie wśród Anguillidae datuje się na ok. 55 mln lat temu. Dotarliśmy do Ameryki Południowej opanowanej przez jaszczurki okularowe (zajmujące niszę „kopaczy”), Diploglossidae wykształciły, jako odpowiedź na konkurencję, formy wężopodobne, polujące na powierzchni (rodzaj *Ophiodes*) (WIENS i współaut. 2006).

PODSUMOWANIE

Redukcja kończyn, która zaszła u Squamata jest ciekawym przykładem adaptacji, w której aby coś zyskać, trzeba coś stracić. Stanowi ona skuteczną odpowiedź na szeroki zakres warunków środowiskowych, począwszy od problemu lokomocji w terenie porośniętym gęstą roślinnością, poprzez doskonalenie strategii antydrapieżniczych, czy też przeciwnie, właśnie drapieżnictwo doskonalących. Dowodem tego jest fakt, iż zaszła ona wielokrotnie i niezależnie w różnych, nierzadko oddalonych od siebie ewolucyjnie grupach, prowadzących odmienny tryb życia oraz charakteryzujących się różną morfologią.

Należy podkreślić, że przejście od jaszczurek o czterech kończynach, do form o budowie ciała typowej dla węży, było procesem długotrwałym. Dowodzi tego fakt, iż żadna z linii zaliczanych dotąd do Anguillidae (Annielidae, Diploglossidae, Anguillidae), nie jest młodsza niż 20 mln lat (WIENS i SLINGLUFF 2001).

Znajomość mechanizmów, które mogły stać za tym kierunkiem zmian w budowie ciała pozwala wyobrazić sobie drogę, jaką przeszły węże i dowodzi, jak wielką siłę tkwi w procesie doboru naturalnego, nastawionego na najskuteczniejsze zdobywanie zasobów dostępnych w środowisku oraz powielanie własnych genów.

Streszczenie

Redukcja kończyn u łuskonośnych, zaszła w obrębie 52 linii ewolucyjnych przynajmniej 62 razy, z czego w przypadku jaszczurek, redukcje w obrębie obu kończyn

jednocześnie zaszły 20 razy. Wśród jaszczurek o zredukowanej liczbie kończyn (lub też paliczek), występują dwa główne typy morfologiczno-ekologiczne, które można określić mianami „krótkoogonowych kopaczy” i „długooogonowych ładowców”. Jedną z teorii tłumaczących zanikanie, lub też redukcje składowych części kończyny, jest usprawnienie metod ucieczki przed drapieżnikiem – teoria ta jest dobrze opisana na przykładzie scynków z rodzaju *Chalcides*. Alternatywna hipoteza wyjaśnia redukcje kończyn adaptacją do drapieżnictwa. Przykładami jaszczurek, które obrały tę strategię są australijskie Pygopodidae, których przedstawiciele spełniają ekologiczną funkcję węży.

LITERATURA

- GREER A. E., 1991. *Limb reduction in squamates: identification of the lineages and discussion of the trends*. J. Herpetol. 25, 166-173.
- GREER A. E., CAPUTO V., LANZA B., PALMIERKI R., 1998. *Observations on limb reduction in the scincid lizard genus Chalcides*. J. Herpetol. 32, 244-252.
- HEAD J. J., POLLY P. D., 2015. *Evolution of snake body form reveals homoplasy in amniote Hox gene function*. Nature 520, 86-89.
- JUSZCZYK W., 1987. *Padalec*. [W:] *Plazy i gady krajowe. Część 3: Gady*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 85-104.
- PATCHELL F. C., SHINE R., 1986. *Food habits and reproductive biology of the Australian legless lizard (Pygodidae)*. Copeia 1, 30-39.
- PIANKA R. E., VITT L. J., 2003. *Lizards: windows to the evolution of diversity*. Berkeley, California, University of California Press.
- WIENS J. J., SLINGLUFF J. L., 2001. *How lizard turn into snakes: A phylogenetic analysis of body-form evolution in anguillid lizards*. Evolution 55, 2303-2318.
- WIENS J. J., BRADLEY M. C., REEDER T. D., 2006. *Why does a trait evolve multiple times within a clade? Repeated evolution of snakelike body form in squamate reptiles*. Evolution 60, 123-141.

KOSMOS Vol. 66, 3, 435–440, 2017

GRZEGORZ SKÓRZEWSKI

Museum of Natural History, Wrocław University, Sienkiewicza 21 50-335 Wrocław, E-mail: grzegorz.skorzewski@uwr.edu.pl

EVOLUTIONARY LOSS OF LIMBS IN SOME TAXA OF LIZARDS

Summary

Reduction of limbs has occurred within 52 evolutionary lines of Squamata at least 62 times, of which in the case of lizards, the *manus* and *pes* has been reduced together at least 20 times. Among lizards with the reduced number of limbs (or phalanges), there are two morpho-ecological types, which can be named “short tail diggers” and “long tail surface dwellers”. One of the theories explaining the occurrence of loss of the whole limbs or reduction of their parts points to improvement of the ways of escape from the predators. This theory is well supported by an example of genus *Chalcides* belonging to the skinks family. The cause of limb reduction in the Australian Pygopodidae is different, as they play an ecological function of snakes and their limb reduction is an adaptation to hunt.

Key words: anatomy, environmental adaptations, evolution, reptiles, Squamata