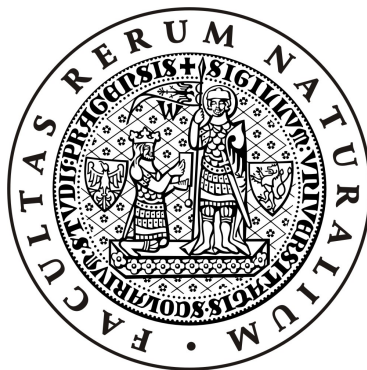


**Univerzita Karlova v Praze**  
Přírodovědecká Fakulta  
Katedra zoologie

**Charles University in Prague**  
Faculty of Science  
Department of Zoology



**Jiří Šmíd**

**SYSTEMATIKA, FYLOGENEZE A BIOGEOGRAFIE GEKONŮ RODU  
*HEMIDACTYLUS* (REPTILIA, GEKKONIDAE) Z ARÁBIE A BLÍZKÉHO  
VÝCHODU**

**SYSTEMATICS, PHYLOGENY AND BIOGEOGRAPHY OF THE GECKO GENUS  
*HEMIDACTYLUS* (REPTILIA, GEKKONIDAE)  
IN ARABIA AND THE NEAR EAST**

Autoreferát disertační práce / Summary of the Ph.D. Thesis

Školitel / Supervised by RNDr. Jiří Moravec, CSc.  
Národní muzeum v Praze / National museum in Prague

Praha / Prague  
2015



# **DOKTORSKÁ DISERTAČNÍ PRÁCE**

## **PH.D. THESIS**

### **Název**

Systematika, fylogeneze a biogeografie gekonů rodu *Hemidactylus* (Reptilia, Gekkonidae) z Arábie a Blízkého východu

### **Title**

Systematics, Phylogeny and Biogeography of the gecko genus *Hemidactylus* (Reptilia, Gekkonidae) in Arabia and the Near East

### **Autor / Author**

Ing. Mgr. Jiří Šmíd  
Katedra zoologie, Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Karlova v Praze

Studijní program: Zoologie (P1502)

Obor studia: Zoologie (4XZOO)

### **Školitel / Supervisor**

RNDr. Jiří Moravec, CSc.  
Zoologické oddělení  
Národní muzeum  
Praha

**Rok vydání práce / Year of publication:** 2015

**Klíčová slova:** fylogeneze, systematika, taxonomie, biogeografie, *Hemidactylus*, Arábie, Afrika, Blízký Východ, Írán, taxonomická revize, nový druh

**Key words:** phylogeny, systematics, taxonomy, biogeography, *Hemidactylus*, Arabia, Africa, Near East, Iran, taxonomic revision, new species

**PUBLIKACE ZAŘAZENÉ DO DIZERTAČNÍ PRÁCE**  
**PUBLICATIONS INCLUDED IN THE PH.D. THESIS**

Moravec, J., Kratochvíl, L. Amr, Z.S., Jandzik, D., **Šmíd, J.**, Gvoždík, V. (2011) High genetic differentiation within the *Hemidactylus turcicus* complex (Reptilia: Gekkonidae) in the Levant, with comments on the phylogeny and systematics of the genus. *Zootaxa* 2894: 21–38.

**Šmíd, J.**, Moravec, J., Zawadzki, M., van den Berg, M. (2015) One subspecies less for the European herpetofauna: the taxonomic and nomenclatural status of *Hemidactylus turcicus spinalis* (Reptilia: Gekkonidae). *Zootaxa* 3911: 443–446.

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3911.3.10>

**Šmíd, J.**, Mazuch, T., Sindaco, R. (2014) An additional record of the little known gecko *Hemidactylus granchii* Lanza, 1978 (Reptilia: Gekkonidae) from Somalia. *Scripta Herpetologica. Studies on Amphibians and Reptiles in honour of Benedetto Lanza*: 165–169.

**Šmíd, J.**, Carranza, S., Kratochvíl, L., Gvoždík, V., Nasher, A.K., Moravec, J. (2013) Out of Arabia: a complex biogeographic history of multiple vicariance and dispersal events in the gecko genus *Hemidactylus* (Reptilia: Gekkonidae). *PLoS ONE* 8(5): e64018.

<http://dx.doi.org/doi:10.1371/journal.pone.0064018>

**Šmíd, J.**, Moravec, J., Kratochvíl, L., Gvoždík, V., Nasher, A. K., Busais, S. M., Wilms, T., Shobrak, M. Y., Carranza, S. (2013) Two newly recognized species of *Hemidactylus* (Squamata, Gekkonidae) from the Arabian Peninsula and Sinai, Egypt. *ZooKeys* 355: 79–107.

<http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.355.6190>

**Šmíd, J.**, Moravec, J., Kratochvíl, L., Nasher, A.K., Mazuch, T., Gvoždík, V., Carranza, S. Multilocus phylogeny and taxonomic revision of the *Hemidactylus robustus* species group (Reptilia, Gekkonidae) with descriptions of three new species from Yemen and Ethiopia. Accepted for publication in *Systematics and Biodiversity*.

## ABSTRAKT

Donedávna byli gekoni rodu *Hemidactylus* vyskytující se v oblasti východního Mediteránu a na Arabském poloostrově považováni za relativně nediverzifikovanou skupinu. Jednak to bylo způsobeno jejich výraznou morfologickou uniformitou a zároveň jejich často synantropním způsobem života, díky kterému byly některé druhy rozšířeny na velké vzdálenosti. Nicméně s nástupem molekulárně-fylogenetických metod jakožto běžné techniky rutinně používané k odhalování fylogenetických vztahů mezi organismy se naše poznání diverzity tohoto rodu radikálně změnilo. Cílem této práce bylo odhalit fylogenetické a biogeografické vztahy a systematiku arabských zástupců rodu *Hemidactylus*. Analýzou přes 500 jedinců více než 40 druhů pocházejících z východního Mediteránu, Arabského poloostrova, Sokotry, severní a východní Afriky a Íránu a sekvencí šesti genů (dva mitochondriální - 12S rRNA, *cyt b*; čtyři jaderné - *cmos*, *mc1r*, *rag1*, *rag2*) se podařilo rekonstruovat kalibrovanou fylogenezi tzv. aridního kladu rodu *Hemidactylus*, odvodit jeho komplexní biogeografickou historii a odhalit sedm potenciálně nových druhů. Výsledky biogeografické analýzy naznačují, že současné rozšíření rodu bylo formováno jak vikariančními tak disperzními událostmi. Vikarianční události je možné dát do souvislosti s kontinentálním rozpadem v časném miocénu. Arábie byla po svém osamostatnění od africké kontinentální masy důležitým diversifikačním centrem rodu *Hemidactylus*, ze kterého docházelo k opakovaným kolonizacím do všech okolních oblastí. Objev nečekané diverzity arabských gekonů rodu *Hemidactylus* vedl k detailnější analýze genetických dat a k analýze morfologických znaků, jejichž cílem bylo vyřešení taxonomie nově objevených linií. Jeden druh dříve synonymizovaný s druhem *H. turcicus* byl rozpoznán jako samostatný a čtyři další druhy byly nově popsány. Většina nových druhů pochází z málo probádaných horských oblastí jihozápadní Arábie a zdůrazňuje tak důležitost tohoto regionu coby centra mimořádné diverzity a endemismu plazů v kontextu Arabského poloostrova.

## ABSTRACT

Until relatively recently, the gecko genus *Hemidactylus* was considered to contain only several hard-to-distinguish species in the eastern Mediterranean and the Arabian Peninsula. This was mostly given by the apparent morphological uniformity of the geckos in combination with their often synanthropic lifestyle, which facilitated the dispersal of some of the species over large ranges. However, our understanding of the diversity of the genus was about to change with the onset of molecular phylogenetic methods that became extensively available and routinely applied to tackle the questions of systematics and phylogeny of all kinds of organisms. This thesis focuses on resolving the phylogeny, systematics, and biogeography of the Arabian *Hemidactylus*. Using an unprecedented sampling of over 500 samples of more than 40 *Hemidactylus* species from the eastern Mediterranean, Arabian Peninsula, Socotra, North and East Africa and Iran and sequencing up to six genes (two mitochondrial – 12S rRNA, *cyt b*; four nuclear – *cmos*, *mc1r*, *rag1*, *rag2*) I reconstructed the time-calibrated phylogeny of the arid clade of *Hemidactylus*, inferred its complex biogeographical history in the region, and detected seven potentially new species. The results of the biogeographic analyses indicate that the current distribution of the genus has been shaped by both vicariant and dispersal events in its history. The vicariant events were most probably caused by the geological processes in the area coincident with the separation and drifting of landmasses in the Early Miocene. Since its separation from Africa, southern Arabia has been an important centre of diversification for *Hemidactylus* from where it repeatedly dispersed to all the neighbouring areas. The discovery of the unexpectedly high genetic diversity of the Arabian *Hemidactylus* with several lineages potentially representing yet unknown species led to more detailed examination of the genetic data and also the morphological characters in order to resolve the taxonomy of these candidate species. As a result of that, one species was resurrected from the synonymy of *H. turcicus* and four new species were (are being) described. Most of the new species were found in the mountains of southwestern Arabia, stressing the importance of this poorly studied region as one of the richest parts of Arabia in terms of reptile diversity and endemism.

## CÍLE PRÁCE

Tato dizertační práce je zaměřena na fylogenezi, systematiku a biogeografii tzv. aridního kladu gekonů rodu *Hemidactylus* s využitím komplexní kombinace genetických a morfologických přístupů. Rozluštění fylogenetických vztahů uvnitř aridního kladu bylo následováno taxonomickou revizí studovaných druhů. Dílčí cíle práce byly:

- 1) Prvním cílem bylo zhodnotit genetickou variabilitu druhu *Hemidactylus turcicus* a rekonstruovat jeho fylogenetickou pozici v aridním kladu s hlavním zřetelem na ostatní blízkovýchodní zástupce rodu *Hemidactylus*. S použitím genetických a morfologických dat jsme se zaměřili na identifikování oblasti odkud *H. turcicus* pravděpodobně kolonizoval celý Mediterán. Posoudili jsme význam Levanty coby radiálního centra tohoto rodu a revidovali validitu poddruhů *H. t. lavadeserticus* a *H. t. spinalis*.
- 2) Druhým cílem dizertační práce bylo shromáždění všech dostupných dříve publikovaných dat o fylogenezi arabských zástupců rodu *Hemidactylus* a zkombinovat je do jednoho datasetu. Tento materiál byl doplněn nově nasbíranými vzorky z oblastí, jež v datasetu chyběly (Írán, Omán, Etiopie, Somálsko) tak, aby byla pokryta co největší oblast Arabského poloostrova a okolních oblastí. Tato data byla použita k rekonstrukce fylogeneze rodu *Hemidactylus* v této oblasti.
- 3) Maje k dispozici tento bohatý fond materiálu ze všech zásadních oblastí na a kolem Arabského poloostrova, osekvenoval jsem až šest genů (mitochondriální i jaderné) za účelem robustní rekonstrukce fylogeneze aridního kladu rodu *Hemidactylus* a případného objevení nových druhů. Následně jsem provedl analýzu historické biogeografie v kombinaci s analýzou molekulárních hodin za účelem odhalení případného vlivu geologické historie na evoluční historii tohoto rodu.
- 4) Čtvrtým cílem byly taxonomické a nomenklatorické revize studovaného rodu založené na komplexním přístupu kombinujícím multilokusová genetická a morfologická data. Zatímco genetická data sloužila primárně k detekování diferenciací mezi jednotlivými druhy, morfologická data byla použita k jasnému vymezení a diagnóze jednotlivých druhů a k posouzení vnitrodruhové morfologické variability.

## AIMS OF THE STUDY

This thesis focuses on the phylogeny, systematics and biogeography of the arid clade of the genus *Hemidactylus* using an integrative combination of genetic and morphological approaches. After reconstructing the relationships within the arid clade I aimed to resolve the taxonomy of the species studied. Specific aims of the thesis were:

- 1) The first aim of this thesis was to assess genetic differentiation within *Hemidactylus turcicus* and its phylogenetic position in the arid clade with special emphasis on the eastern Mediterranean *Hemidactylus* species. Using genetic and morphological data we aimed to identify the source region from where *H. turcicus* colonized the Mediterranean, assess the magnitude of the Levantine radiation, and evaluate the validity and taxonomic status of the two subspecies, *H. t. lavadeserticus* and *H. turcicus spinalis*.
- 2) The second aim of this thesis was to assemble all data available from previous studies and combine them into a single data set. These data were completed with material newly collected in areas from where samples were not available (Iran, Oman, Ethiopia, Somalia) to cover the whole of the Arabian Peninsula and the adjoining regions to be able to produce a reliable phylogeny of *Hemidactylus* with as many species as possible included.
- 3) With the material available from all the key regions I sequenced up to six genes (both mitochondrial and nuclear) to infer a robust phylogeny of the *Hemidactylus* arid clade and to identify potentially new species. Additionally, I intended to reconstruct the historical biogeography of the group in the region by employing molecular clock calibration and reconstruction of ancestral nodes distribution and assessed the influence of the geological history of the region on the evolution of the genus.
- 4) The fourth aim was to provide a revision of the taxonomy and nomenclature of the members of the arid clade of *Hemidactylus* based on an integrative approach of combined multilocus genetic and morphological data. While genetic data were employed as first measures to estimate the differentiation within *Hemidactylus*, morphological data were used to proper species delimitation and as an evidence to assess phenotypic variability of the candidate species detected in the genetic analyses.



## SHRNUTÍ PUBLIKACÍ

- I. Moravec, J., Kratochvíl, L. Amr, Z.S., Jandzik, D., Šmíd, J., Gvoždík, V. (2011) High genetic differentiation within the *Hemidactylus turcicus* complex (Reptilia: Gekkonidae) in the Levant, with comments on the phylogeny and systematics of the genus. *Zootaxa*, 2894, 21–38.

*Hemidactylus turcicus* je druh široce rozšířený v celém Mediteránu. Ačkoli se obecně věří, že byl tento gekon do současného rozsáhlého areálu zavlečen člověkem během minulých tisíciletí, bližší poznatky z biogeografické historie druhu nebyly známy. Za použití sekvencí genu pro cytochrom *b* jsme se v tomto článku zaměřili na diverzifikaci uvnitř tohoto druhu a jeho fylogenetické postavení v rámci rodu. Zvláštní zřetel byl brán na ostatní druhy rodu *Hemidactylus* vyskytující se ve východním Mediteránu včetně poddruhu *H. t. lavadeserticus*. Genetická data odhalila výraznou variabilitu rodu *Hemidactylus* v Levantě existenci nového druhu v Jordánsku. Tento nový druh je v této práci popsán jako *H. dawudazraqi*. Spolu s tímto novým popisem je poddruh *H. t. lavadeserticus* povýšen na samostatný druh. Nízká genetická strukturovanost populací *H. turcicus* napříč celým Mediteránem indikuje recentní kolonizaci. Druh je členěn na dva hlavní genetické klady rozšířené téměř parapatricky v severním a jižním Mediteránu. Vysoká genetická variabilita rodu *Hemidactylus* v Levantě a přítomnost bazální linie *H. turcicus* značí, že tato oblast je významným centrem radiace tohoto rodu a také oblastí, odkud se *H. turcicus* rozšířil do ostatních oblastí.

- II. Šmíd, J., Moravec, J., Zawadzki, M., van den Berg, M. (2015) One subspecies less for the European herpetofauna: the taxonomic and nomenclatural status of *Hemidactylus turcicus spinalis* (Reptilia: Gekkonidae). *Zootaxa*, 3911: 443–446.

Jak odhalila předchozí studie, *H. turcicus* má napříč svým areálem velmi mělkou genetickou i morfologickou diverzitu. V této navazující práci jsme se zaměřili na málo známý a často přehlížený poddruh *H. t. spinalis*. Tato subspecie byla popsána Buchholzem v roce 1954 z ostrůvku poblíž pobřeží Menorky na základě odlišného zbarvení hřbetu. Mnoho autorů ji považovalo za mladší synonymum *H. turcicus*, nicméně důkazy dokládající její neexistenci nebyly k dispozici. Podnikli jsme tedy terénní expedici na tento ostrůvek za účelem nasbírání dalšího materiálu a objasnění validity tohoto poddruhu. Morfologická analýza společně s genetickou analýzou dvou mitochondriálních a tří jaderných genů jasně ukázaly, že jak v genetických tak v morfologických znacích se tato populace nijak nevyčleňuje z ostatních Mediteránních populací *H. turcicus*. Definitivně jsme tedy zamítli existenci poddruhu *H. t. spinalis* a synonymizovali ho s *H. turcicus*.

- III. Šmíd, J., Mazuch, T., Sindaco, R. (2014) An additional record of the little known gecko *Hemidactylus granchii* Lanza, 1978 (Reptilia: Gekkonidae) from Somalia. *Scripta Herpetologica. Studies on Amphibians and Reptiles in honour of Benedetto Lanza*, 165–169 pp.

Východní Afrika (tzv. Africký Roh) je jednou z herpetologicky nejbohatších oblastí světa. Její obtížná dostupnost znemožňuje téměř jakýkoliv výzkum a každý nový materiál z tohoto regionu je pro vědu nesmírně cenný. Fauna plazů Somálska je stále málo probádána, poslední souborné práce byly publikovány před téměř 40 lety. Mnoho odtud popsáných druhů je stále známo pouze z typového materiálu. V tomto článku přinášíme informace o prvním nálezů gekona *Hemidactylus granchii* od jeho popisu. Prezentována jsou morfologická data pro všechny čtyři existující jedince (tento, holotyp, dva paratypy) a morfologické srovnání s ostatními zástupci rodu *Hemidactylus* vyskytujícími se v této oblasti. Tento nový záznam rozšiřuje známý areál rozšíření tohoto druhu o více než 450 km.

- IV. Šmíd, J., Carranza, S., Kratochvíl, L., Gvoždík, V., Nasher, A.K., Moravec, J. (2013) Out of Arabia: A Complex Biogeographic History of Multiple Vicariance and Dispersal Events in the Gecko Genus *Hemidactylus* (Reptilia: Gekkonidae). *PLoS ONE*, 8, e64018.

Tato práce je zaměřena na rekonstrukci fylogenetických vztahů aridního kladu rodu *Hemidactylus* na Arabském poloostrově a v přilehlých oblastech. Analýza tří mitochondriálních (12S rRNA, ND4, cyt *b*) a čtyř jaderných genů (*cmos*, *mclr*, *rag1*, *rag2*) na datasetu čítajícím 358 vzorků v kombinaci s analýzou historické biogeografie a analýzou molekulárních hodin umožnila robustní rekonstrukci evoluce rodu *Hemidactylus* v Arábii. Identifikovali jsme sedm nových druhů a dokázali propojit souvislosti geologické historie s evolučními událostmi studované skupiny. Bazální divergence uvnitř aridního kladu korespondují časově s rozdělením Arábie a Afriky a s odtržením Sokotry od Arábie a vedly k vikariančnímu rozdělení druhu. Následně prodělal rod *Hemidactylus* výraznou radiaci na všech třech pevninských celcích, nejvýznamnější však v jižní Arábii odkud docházelo k opakovaným kolonizacím všech okolních oblastí (Afrika, Sokotra, Írán, Levanta). Jak naznačují zde publikované výsledky, historii rodu *Hemidactylus* tedy formovaly jak vikarianční tak disperzní události a jižní Arábie představuje jeho významné diverzifikační centrum.

- V. Šmíd, J., Moravec, J., Kratochvíl, L., Gvoždík, V., Nasher, A. K., Busais, S. M., Wilms, T., Shobrak, M. Y., Carranza, S. (2013) Two newly recognized species of *Hemidactylus* (Squamata, Gekkonidae) from the Arabian Peninsula and Sinai, Egypt. *ZooKeys*, 355, 79–107.

V návaznosti na předchozí rozsáhlou fylogenetickou práci se tato studie zaměřuje na taxonomickou revizi jedné z identifikovaných monofyletických skupin v rámci Arabské radiace aridního kladu rodu *Hemidactylus*. Tato skupina obsahuje druh *H. saba* a dva další nepopsané druhy. Pro taxonomickou revizi byl využit nový materiál z nových oblastí centrální Arábie, dosekvenována chybějící data a prozkoumány morfologické znaky. Existence všech tří druhů je dobře podpořena jak genetickými tak morfologickými znaky. Jeden z neznámých druhů je popsán jako nový (*H. ulii*), druhý druh byl na základě morfologie identifikován jako *H. granosus*, druh stručně popsán Heydenem v roce 1827 a později považovaný za mladší synonymum *H. turcicus*. Vzhledem k nedostatečnému originálnímu popisu a chybějící diagnóze prezentujeme redeskripci a podrobnou diagnózu druhu *H. granosus*.

- VI. Šmíd, J., Moravec, J., Kratochvíl, L., Nasher, A.K., Mazuch, T., Gvoždík, V., Carranza, S. Multilocus phylogeny and taxonomic revision of the *Hemidactylus robustus* species group (Reptilia, Gekkonidae) with descriptions of three new species from Yemen and Ethiopia. Accepted for publication in *Systematics and Biodiversity*.

Až donedávna byl druh *H. robustus* považován za konspecifický s druhem *H. turcicus*. Nicméně genetická data poukázala na to, že tyto druhy nejsou nijak blízce příbuzné a *H. robustus* tvoří monofyletickou skupinu se třemi dalšími nepopsanými druhy. Tato práce cílí na tuto skupinu druhů kolem *H. robustus*. Multilokusová genetická analýza včetně species-tree analýzy společně s mnohorozměrnou analýzou morfologických znaků (PCA, DFA) potvrzují samostatnost detekovaných druhů a navzdory jejich morfologické podobnosti ve velikosti těla, meristické znaky jasně jednotlivé druhy vymezují. V této práci popisujeme tři nové druhy rodu *Hemidactylus*, prezentujeme redeskripci *H. robustus* a poukazujeme na významnost jihozápadní Arábie a horských oblastí Etiopie coby unikátních center endemismu a diverzity plazů.

## SUMMARY OF PUBLICATIONS

- I. Moravec, J., Kratochvíl, L. Amr, Z.S., Jandzik, D., Šmíd, J., Gvoždík, V. (2011) High genetic differentiation within the *Hemidactylus turcicus* complex (Reptilia: Gekkonidae) in the Levant, with comments on the phylogeny and systematics of the genus. *Zootaxa*, 2894, 21–38.

*Hemidactylus turcicus* is a species widespread in the Mediterranean. Its current distribution is believed to be a result of human-mediated dispersal within the last millennia, yet its biogeographic affinities remained unknown. Using complete cytochrome *b* sequences, this paper focuses on the diversification within *H. turcicus* and its phylogenetic position among other *Hemidactylus* species. Special attention is paid especially to other eastern Mediterranean species, including the subspecies *H. t. lavadeserticus*. Genetic data reveal high diversification of *Hemidactylus* in the Levant with a new species present in Jordan. This species is described in this work as *H. dawudazraqi*. The data also support the species status for *H. t. lavadeserticus*. Very shallow genetic structuring within *H. turcicus* supports the hypothesis of recent dispersal. Two main clades of *H. turcicus* correspond approximately to the northern and southern part of its Mediterranean range. The high diversification of *Hemidactylus* in the Levant and the presence of the basal clade of *H. turcicus* there suggest that this region has been an important radiation centre from where *H. turcicus* probably expanded to its current range.

- II. Šmíd, J., Moravec, J., Zawadzki, M., van den Berg, M. (2015) One subspecies less for the European herpetofauna: the taxonomic and nomenclatural status of *Hemidactylus turcicus spinalis* (Reptilia: Gekkonidae). *Zootaxa*, 3911: 443–446.

*Hemidactylus turcicus* has very shallow genetic structure and low degree of morphological variability across its range. Following the results of the first paper we here focused on another enigmatic subspecies, *H. t. spinalis*. The subspecies was described by Buchholz in 1954 from a small islet off the coast of Menorca on the basis of its different colour pattern. It has been considered a younger synonym of *H. turcicus* by most authors, but sufficient evidence to undertake official synonymization was still lacking. We conducted a field work in order to sample new material from the type locality that could be used for direct comparison with other *H. turcicus* populations and clarify the status of the little known subspecies. Morphological examination and sequences of two mitochondrial and three nuclear genes allowed us to assess the validity of this subspecies. The topotypes (and also morphotypes) of *H. t. spinalis* share identical haplotypes with other Mediterranean *H. turcicus* samples in all studied genes and morphological

characters also overlap. Therefore we reject the subspecies status of this island population and synonymize *H. t. spinalis* with *H. turcicus*.

- III. Šmíd, J., Mazuch, T., Sindaco, R. (2014) An additional record of the little known gecko *Hemidactylus granchii* Lanza, 1978 (Reptilia: Gekkonidae) from Somalia. *Scripta Herpetologica. Studies on Amphibians and Reptiles in honour of Benedetto Lanza*, 165–169 pp.

The Horn of Africa is one of the richest regions of the world in terms of reptiles. The inaccessibility of the area hampers the research of local herpetofauna and any material from here is very valuable for science. The reptile fauna of Somalia is very poorly known, the last compendia were published almost 40 years ago. Moreover, many species are known only from the type material. In this paper we report the first finding of *Hemidactylus granchii* known until today only from the holotype and two paratypes. We provide morphological comparison of all known existing specimens and with other *Hemidactylus* species in the area. The new record extends the distribution of this endemic species more than 450 km north-westwards.

- IV. Šmíd, J., Carranza, S., Kratochvíl, L., Gvoždík, V., Nasher, A.K., Moravec, J. (2013) Out of Arabia: A Complex Biogeographic History of Multiple Vicariance and Dispersal Events in the Gecko Genus *Hemidactylus* (Reptilia: Gekkonidae). *PLoS ONE*, 8, e64018.

This paper focuses on a large-scale phylogeny of the arid clade of *Hemidactylus* on the Arabian Peninsula and its surroundings. By analyzing up to three mitochondrial (12S rRNA, ND4, cyt *b*) and four nuclear gene fragments (*cmos*, *mc1r*, *rag1*, *rag2*) with a data set consisting of 358 samples we were able to reconstruct robust phylogeny of the Arabian *Hemidactylus*. The time-calibrated analysis unveiled an unexpectedly high genetic diversity within this clade with at least seven undescribed species identified. Furthermore, by reconstructing the biogeographic history of the genus we were able to link its evolutionary history with major geological events that occurred in the area within the last 30 million years. Two basal divergences correspond with the break-ups of the Arabian and African landmasses and the separation of Socotra from the Arabian mainland, respectively, segregating the genus by means of vicariance. The formation of the Red Sea led to isolation of the Arabian Peninsula where *Hemidactylus* underwent massive radiation in the Miocene and from where it dispersed repeatedly to Africa, Socotra, Iran, and the Levant. Therefore, as we show in this paper, the evolutionary history of *Hemidactylus* in Arabia and its surroundings has a complex pattern of several vicariant and multiple dispersal events. The Arabian Peninsula represents the source region for *Hemidactylus* dispersal.

- V. Šmíd, J., Moravec, J., Kratochvíl, L., Gvoždík, V., Nasher, A. K., Busais, S. M., Wilms, T., Shobrak, M. Y., Carranza, S. (2013) Two newly recognized species of *Hemidactylus* (Squamata, Gekkonidae) from the Arabian Peninsula and Sinai, Egypt. *ZooKeys*, 355, 79–107.

As a follow-up of the previous study, here we present a detailed view on one of the monophyletic species groups identified in the large-scale phylogenetic analysis of *Hemidactylus*. The group contains three species (*H. saba* and two until now unrecognized species) and is therefore termed the *Hemidactylus saba* species group. We provide a taxonomic revision of this species group using genetic and morphological data and new material from new regions. All three species are well supported by both morphological and genetic evidence. One of the species is described as new (*H. ulii*). The second species was identified as *H. granosus*, a species superficially described by Heyden in 1827 and later placed in the synonymy of *H. turcicus*. Since this older name was available, but its original description was not sufficient for today's standards in taxonomy, we provided a redescription and re-diagnosis of *H. granosus*.

- VI. Šmíd, J., Moravec, J., Kratochvíl, L., Nasher, A.K., Mazuch, T., Gvoždík, V., Carranza, S. Multilocus phylogeny and taxonomic revision of the *Hemidactylus robustus* species group (Reptilia, Gekkonidae) with descriptions of three new species from Yemen and Ethiopia. Accepted for publication in *Systematics and Biodiversity*.

Until relatively recently, *H. robustus* was considered conspecific with *H. turcicus* for their morphological similarity. However, genetic data revealed that these two taxa are not even closely related. Instead, *H. robustus* belongs to a group of four species of which the other three are undescribed. We here aim at this species group, employing multilocus phylogenetic analysis (six genes) and also species-tree analysis together with multidimensional analyses of morphological characters (PCA, DFA). All available data support the existence of all these putative species and despite they cannot be distinguished on the basis of metric characters (body shape), meristic characters prove to be useful for their determination. Our results presented in this paper highlight the importance of the southwest Arabia and the Ethiopian highlands as one of the world's hotspots unique for its endemic and extremely rich reptile fauna.

# ŽIVOTOPIS / CURRICULUM VITAE

ING. MGR. JIŘÍ ŠMÍD

## OSOBNÍ INFORMACE / PERSONAL INFORMATION

Narozen/Born May 16, 1982, Prague, Czech Republic  
Email [jirismd@gmail.com](mailto:jirismd@gmail.com)

---

## SOUČASNÁ AFILACE / CURRENT AFFILIATION

Oddělení zoologie, Národní muzeum, Cirkusová 1740, Praha, Česká  
Republika  
Department of Zoology, National Museum, Cirkusová 1740, Prague, Czech  
Republic

---

## VZDĚLÁNÍ / EDUCATION

2009 – present Doktorské studium, Přírodovědecká Fakulta, Univerzita  
Karlova v Praze  
Systematika, fylogeneze a biogeografie gekonů rodu  
*Hemidactylus* (Reptilia, Gekkonidae) na Blízkém Východě  
a v Arábii

PhD program, [Faculty of Science, Charles University in  
Prague](#)

Systematics, Phylogeny and Biogeography of the gecko  
genus *Hemidactylus* (Reptilia, Gekkonidae) in Arabia and  
the Near East

2010 – 2012 Magisterské studium, Wildlife management, Institut Tropů  
a Subtropů, Česká Zemědělská Univerzita  
Diplomová práce: Genetická analýza komb (*Galago* spp.) v  
evropských zoologických zahradách

MSc study, Wildlife management, [Institute of Tropics and  
Subtropics, Czech University of Life Science, Prague](#)

Thesis: Genetic analysis of bush babies (*Galago* spp.) in  
European Zoos

2007 – 2009 Magisterské studium, Zoologie obratlovců, Přírodovědecká  
Fakulta, Univerzita Karlova v Praze  
Diplomová práce: Molekulární a morfologická variabilita  
*Mesalina watsonana* a *Ophisops elegans* (Squamata:  
Lacertidae) na Středním východě

MSc study, Vertebrate zoology, [Faculty of Science, Charles  
University in Prague](#)

Thesis: Molecular and morphological variability of *Mesalina watsonana* and *Ophisops elegans* (Squamata: Lacertidae) in the Middle East

2004 – 2007      Bakalářské studium, Biologie, Přírodovědecká Fakulta, Univerzita Karlova v Praze  
Bakalářská práce: Biogeografie íránské vysočiny se zaměřením na herpetofaunu

BSc study, Biology, [Faculty of Science, Charles University in Prague](#)

Thesis: Biogeography of the Iranian Plateau with a special respect to the herpetofauna

---

#### **ZAMĚSTNÁNÍ / EMPLOYMENT HISTORY**

04/2012 – present      Vedoucí genetické laboratoře, Oddělení Zoologie, Národní muzeum, Praha

Head of the genetic laboratory, Department of Zoology, National Museum in Prague

02/2009 – 03/2011      Asistent kurátora, Oddělení Zoologie, Národní muzeum, Praha

Curatorial assistant, Department of Zoology, National Museum in Prague

---

#### **MEZINÁRODNÍ ZKUŠENOSTI / INTERNATIONAL EXPERIENCE**

May, November 2014      Institute of Evolutionary Biology, Barcelona,  
July 2013      Spain, Animal Phylogeny and Systematics  
November 2012      Program Research Group  
April – May 2011      [Dr. Salvador Carranza's lab](#)  
June 2010      6 months in total

October 2013      Fieldwork in Oman; project *Field study for the conservation of reptiles in Oman*

---

#### **OSVĚDČENÍ / CERTIFICATES**

2014      Certificate of competency according to § 17 of the Act No. 246/1992 Coll. on Protection Animals against Cruelty in present statues at large, issued by Central Commission for Animal Welfare (CCAW) – licence to provide scientific research on animals, valid in the EU countries.

---



## PUBLIKACE / PUBLICATIONS

**Šmíd, J.**, Moravec, J., Zawadzki, M., van den Berg, M. (2015): One subspecies less for the European herpetofauna: the taxonomic and nomenclatural status of *Hemidactylus turcicus spinalis* (Reptilia: Gekkonidae). *Zootaxa* 3911: 443–446.

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3911.3.10>

Metallinou, M., Vasconcelos, R., **Šmíd, J.**, Sindaco, R., Carranza, S. (2014): Filling in the gap: two new records and an updated distribution map for the Gulf Sand gecko *Pseudoceramodactylus khobarensis* Haas, 1957. *Biodiversity Data Journal* 2: e4011

<http://dx.doi.org/10.3897/BDJ.2.e4011>

**Šmíd, J.**, Moravec, J., Kodym, P., Kratochvíl, L., Hosseinian Yousefkhani, S. S., Rastegar-Pouyani, E., Frynta, D. (2014): Annotated checklist and distribution of the lizards of Iran. *Zootaxa* 3855: 1–97. (IF 2013 = 1.06)

### Monograph

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3855.1.1>

**Šmíd, J.**, Mazuch, T., Sindaco, R. (2014): An additional record of the little known gecko *Hemidactylus granchii* Lanza, 1978 (Reptilia: Gekkonidae) from Somalia. *Scripta Herpetologica. Studies on Amphibians and Reptiles in honour of Benedetto Lanza*: 165–169.

Brejcha, J., Cizelj, I., Marić, D., **Šmíd, J.**, Vamberger, M., Šanda, R. (2014): First records of the soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis* (Wiegmann, 1834), in the Balkans. *Herpetozoa* 26 (3/4): 189–192. (IF 2013 = 0.538)

**Šmíd, J.**, Moravec, J., Kratochvíl, L., Gvoždík, V., Nasher, A. K., Busais, S. M., Wilms, T., Shobrak, M. Y., Carranza, S. (2013): Two newly recognized species of *Hemidactylus* (Squamata, Gekkonidae) from the Arabian Peninsula and Sinai, Egypt. *ZooKeys* 355: 79–107. (IF 2013 = 0.917)

<http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.355.6190>

Hosseinian Yousefkhani, S. S., Rastegar-Pouyani, E., Rastegar-Pouyani, N., Masroor, R., **Šmíd, J.** (2013): Modelling the potential distribution of *Mesalina watsonana* (Stoliczka, 1872) (Reptilia: Lacertidae) on the Iranian Plateau. *Zoology in the Middle East*, 59, 220–228. (IF 2013 = 0.524)

<http://dx.doi.org/doi:10.1080/09397140.2013.841429>

**Šmíd, J.**, Carranza, S., Kratochvíl, L., Gvoždík, V., Nasher, A.K., Moravec, J. (2013): Out of Arabia: A Complex Biogeographic History of Multiple Vicariance and Dispersal Events in the Gecko Genus *Hemidactylus* (Reptilia: Gekkonidae). *Plos ONE* 8(5): e64018. (IF 2013 = 3.534)

<http://dx.doi.org/doi:10.1371/journal.pone.0064018>

**Šmíd, J.**, Frynta, D. (2012): Genetic variability of *Mesalina watsonana* (Reptilia: Lacertidae) on the Iranian plateau and its phylogenetic

and biogeographic affinities as inferred from mtDNA sequences. *Acta Herpetologica* 7(1): 139–153. (IF 2012 = 0.621)  
[http://dx.doi.org/10.13128/Acta\\_Herpetol-10193](http://dx.doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-10193)

**Šmíd, J.** (2012): Greenhouse netting as an effective trap for lizards in the Gran Canaria Island. *Herpetology Notes* 5: 63.

Moravec, J., Kratochvíl, L. Amr, Z.S., Jandzik, D., **Šmíd, J.**, Gvoždík, V. (2011): High genetic differentiation within the *Hemidactylus turcicus* complex (Reptilia: Gekkonidae) in the Levant, with comments on the phylogeny and systematics of the genus. *Zootaxa* 2894: 21–38. (IF 2011 = 0.927)

**Šmíd, J.** (2010): New remarkable snake records from Oman. *Herpetology Notes* 3: 329–332.