

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Zoologie a rybářství



Korovci, jejich jed a kousnutí

Bakalářská práce

Autor práce: Dluhoš Ondřej

Vedoucí práce: Ing. Štěpán Kubík, Ph.D

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Korovci, jejich jed a kousnutí" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Štěpán Kubík, Ph.D, který se mnou měl pevné nervy a pomohl mi závěrečnou práci napsat včas.

Korovci, jejich jed a kousnutí

Souhrn

Tato práce se zabývá ještěry z čeledi korovcovití, kteří se jako jedni z mála řadí k jedovatým. Z dalších jedovatých ještěrů lze zmínit čeleď varanovitých, případně varanovce bornejského. Cílem této práce je tedy popsat rod korovců, jeho biotop, obživu, rozmnožování a zaměřit se hlavně na jeho jed a jedovatost.

Na začátku práce je uvedeno kompletní zařazení této čeledi do taxonomického stromu a je popsána jeho historie a fosilní nálezy. Do této čeledi řadíme dva druhy, a to *Heloderma suspectum* a *Heloderma horridum*, ti se dále ještě dělí na poddruhy, jež jsou zmíněny dále v práci. Jejich výskyt je omezen na pouštní traviny, křoviny a skalní výběžky severní Ameriky a Mexika. Korovci se v přírodě nejčastěji stravují vejci nebo mladými a malými hlodavci, jako jsou králci a chipmunkové.

Dále práce pojednává o rozmnožování a inkubaci vajec, hlavně tedy v zajetí, jelikož studií o rozmnožování v přírodě je málo. Nicméně primárním tématem této práce je jed korovců, jeho složky a jedovatost. Nejzajímavější složkou jsou bioaktivní látky, jako například exendin-4 nebo gilatide. Exendin-4 je látka, která stimuluje slinivku břišní, čímž napomáhá lidem s cukrovkou druhého typu. Došlo i k jeho syntetické výrobě a na trhu se prodává pod názvem exenatid (AC 2993). Další složkou je gilatide. Ten je schopen napadat rakovinotvorné buňky. Bylo také zjištěno, že u krys stimuluje paměť, proto je možným kandidátem na léčbu Alzheimerovi choroby. Kousnutí korovcem není nic příjemného, jejich jed způsobuje hlavně pokles krevního tlaku, edémy a nesnesitelnou bolest. O tomto druhu toho víme velmi málo a bohužel už asi nebudeme mít čas toho zjistit více. Jejich populace rapidně klesá a tím, že žijí většinu času v úkrytech se výzkum oddaluje a ztěžuje. Měli bychom si jich vážít a pokoušet se synteticky vyrobit i jiné bioaktivní peptidy, které dokáží pomoci lidské populaci.

Klíčová slova: Korovec, jed, gilatide, exendin-4, exenatid

Heloderma his poison and bite

Summary

This thesis deals with lizards from family *Helodermatidae*, which are like one of a few concern as venomous. From others venomous lizards We can mention family *varanidae*, eventually Earless monitor lizard. Main goal of this thesis is describe genus *Heloderma* (Gila monster), his biotope, sustenance, reproduction and aim on his venom and toxicity. At the beginning of this thesis is introduced complete clasification to taxonomy tree and describe history of species and his fossil places of discovery. To this family belongs two species. *Heloderma suspectum* and *Heloderma horridum*, there are further dividend to subspecies, which are noted fuurther in bechlor thesis. Their pressence is limited to desert grass, schrubby and rock ledges of North America and Mexico. Further this thesis is about reproduction nd egg incubation, mainly in capture, beacause the are only a few studies about reproduction in nature habitat. However primary toopic of this bechlor thesis is besed lizards venom, venom substances and his toxicity. The most interesting compnents are bioaktive peptides like exedin-4 or gilatide. Exedin-4 is substance, which stimulans pancreas, wherewith helps people with type two diabetes. The is a synthetic made vision of exendin-4, which is sold under name exenatid (AC 2993). Next substance is gilatide. Gilatide is able to attack carcinogennic cells. There was found, that this substance stimulate memmory in mouses brain, acordingly to this, it can be a candidate to Alzheimer dinase tratment. Bite by besed lizard is anything comfortable. Their venom causes lowering of blood pressure, edema and uberarable pain. About this species, we know a very little and unfortunately we probably wouldn't have time to learn more about them. Their population rapidly decreases and the fact that They live for most of the time in hiding places, investigation and research makes more difficcult. We should appreciate them and we should try make oter synthetic bioaktive peptides, which can help human population.

Keywords: Gila monster, exendin-4, bite, poison, gilatide

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Taxonomické zařazení	3
3.2	Evoluce a fosilní nálezy	4
3.2.1	Fosilní záznamy	4
3.2.2	Fosílie pocházející z křídly (100-65 milionů let před)	4
3.2.3	Terciální fosílie (40-5 milionů let před)	4
3.3	Morfologie korovců	5
3.3.1	Obecné informace	5
3.3.2	Morfologické rozdíly mezi <i>Heloderma suspectum</i> a <i>Heloderma horridum</i>	5
3.3.3	<i>Heloderma horridum</i>	5
3.3.3.1	<i>Heloderma horridum exasperatum</i>	6
3.3.3.2	<i>Heloderma horridum horridum</i>	6
3.3.3.3	<i>Heloderma horridum alverezi</i>	6
3.3.3.4	<i>Heloderma horridum charlesbogerti</i>	7
3.3.4	<i>Heloderma Suspectum</i>	7
3.4	Biotop a výskyt	8
3.4.1	<i>Heloderma suspectum</i>	8
3.4.2	<i>Heloderma horridum</i>	10
3.5	Populace	12
3.5.1	<i>Heloderma suspectum</i>	12
3.5.2	<i>Heloderma horridum</i>	12
3.6	Výživa	13
3.7	Rozmnožování a inkubace vajec	14
3.7.1	Rozmnožování	14
3.7.1.1	V přírodě	14
3.7.1.2	V zajetí	14
3.7.2	Inkubace vajec	14
3.8	Aktivita a termoregulace	15
3.8.1	Aktivita <i>Heloderma suspectum</i>	15
3.8.2	Aktivita <i>Heloderma horridum</i>	15
3.8.3	Termoregulace <i>Heloderma suspectum</i>	16
3.8.4	Termoregulace <i>Heloderma horridum</i>	16
3.9	Podmínky chovu korovců v zajetí	17
3.9.1	Velikost nádrže	17
3.9.2	Klimatické podmínky	17

3.9.3	Zařízení terária	17
3.9.4	Sociální struktura	17
3.9.5	Odchyt a transport.....	17
3.10	Jed	18
3.10.1	Historie a výzkum.....	18
3.10.2	Systém dodávání jedu	18
3.10.3	Morfologie jedové žlázy.....	20
3.10.4	Efekty jedu	21
3.10.5	Chemické složení jedu	21
3.10.5.1	Hyaluronidáza.....	21
3.10.5.2	Serotonin.....	22
3.10.5.3	Fosfolipáza A ₂	22
3.10.5.4	Nervový růstový faktor.....	23
3.10.5.5	Helothermine	23
3.10.6	Toxiny spjaté s kallikreninem.....	23
3.10.6.1	Gilatoxin	24
3.10.6.2	Horridum toxin.....	24
3.10.6.3	Nepojmenovaný smrtící toxin	25
3.10.6.4	Helodermatine	25
3.10.7	Bioaktivní peptidy	26
3.10.7.1	Exendinyn	26
3.10.7.2	Helospectiny.....	27
3.10.7.3	Helodermin.....	27
3.10.7.4	Exendin-3.....	28
3.10.7.5	Gilatide	28
3.11	Exendin-4	28
3.12	Kousnutí a první pomoc.....	29
3.12.1	Kousnutí	30
3.12.2	První pomoc	30
4	Závěr	31
5	Použitá literatura	32
5.1	Knihy.....	32
5.2	Články	33
5.3	Internetové zdroje.....	35
5.4	Obrázky.....	36

1 Úvod

Tato práce se zabývá o čeleď korovcovití, a to jako celek. Jsou to ještěři, kteří jsou jako jedni z mála jedovatí. Jedovatí jsou pak už jen varani a uvažuje se i o varanovci bornejském. Zpracované téma se nezabývá až tak problematikou, ale spíše popisem morfologií, taxonomickým zařazením, distribucí jedu a jeho účinky, ale i fosilními nálezy a jak to s nimi vůbec bylo v historii. Píše se zde také, kde tento druh žije a jaké jsou jeho populační hodnoty na místě výskytu. Jsou zde popsány různé složky jejich jedu, jeho složení a účinky na organismus ať už u pokusných myší nebo i u člověka. Nejzvláštnější složkou je exendin-4, který pomáhá uvolňovat inzulín, a proto je tak zajímavý. Dokáže pomoci lidem s cukrovkou druhého typu. Některé složky jedu dokáží ničit různé druhy rakoviny. V poslední části práce pojednává o první pomoci při pokousání tímto druhem ještěřů.

2 Cíl práce

Cíl této bakalářské práce je popsat rod korovec, jeho biotop, obživu, rozmnožování a zaměřit se hlavně na jeho jed a jedovatost.

3 Literární rešerše

3.1 Taxonomické zařazení

1. *Animalia*
2. *Chordata*
3. *Craniata*
4. *Vertebrata*
5. *Gnathostomata*
6. *Teleostomi*
7. *Euteleostomi*
8. *Sarcopterygii*
9. *Dipnotetrapodomorpha*
10. *Tetrapoda*
11. *Amniota*
12. *Sauropsida*
13. *Saurina*
14. *Lepidosauria*
15. *Squamata*
16. *Bifurcata*
17. *Unidentata*
18. *Episquamata*
19. *Toxicofera*
20. *Anguimorpha*
21. *Neoanguimorpha*
22. *Helodermatidae*

Taxonomické informace získané z

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=8549>.

3.2 Evoluce a fosilní nálezy

3.2.1 Fosilní záznamy

Nejstarší fosilie *helodermatid*, která je skoro 100 milionů let stará, pochází z křídového jílovce, který se našel uprostřed státu Utah. Tento zkamenělí tvor představuje nejstaršího známého člena monstrosaurií (větev varanoidních ještěřů), do které patří i *Heloderma* a jejich fosilní příbuzní. Byl popsán jako *Primaderma nessovi*. Relativní jedovatost *Primaderma Nessovi* byla odhalena roku 1992 v jihocentrálním Mongolsku z pískovcového útesu, který se utvořil v pozdní křídě. Objevení těchto dvou fosilií dokazuje, že helodermní vývojová větev začala už v křídě ještě před tím, než se objevilo mnoho druhů dinosaurů. Bylo nalezeno dalších pět fosilií zahrnující i *Heloderma*, které mezi sebou měly věkový rozdíl od pozdní křídě až do miocénu. Tyto fosilie jsou přímými předky *Heloderm* (Beck 2005).

3.2.2 Fosilie pocházející z křídě (100-65 milionů let před)

- *Primaderma nessovi* Nydam 2000
 - *Palaeosaniwa canadensis* Gilmore 1928
 - *Estesia mongoliensis*, norell et al. 1992
 - *Gobiderma Pulchrum* Borsuk-bialynicka 1984
 - *Paraderma bogerti* Estes 1964
- (Beck 2005)

3.2.3 Terciální fosilie (40-5 milionů let před)

- *Eurheloderma gallicum* Hoffstetter 1957
 - *Lowesaurus mathewi* Gilmore 1928
 - *Heloderma texana* Stevens 1977
- (Beck 2005)

3.3 Morfologie korovců

3.3.1 Obecné informace

Na světě máme stovky druhů jedovatých hadů, ale jen velmi málo jedovatých ještěřů. Tato práce popisuje jen jednu skupinu těchto ještěřů, a to čeleď korovcovití *Helodermatidae* Gray 1837. Do této čeledi patří jen jeden rod *Heloderma*, tento termín je složený z Řeckých slov *helos* pro „zrnitá“ a *derma* pro „kůži.“ Tato čeleď má dva hlavní zástupce, a to korovce jedovatého (*Heloderma suspectum*) a korovce mexického (*Heloderma horridum*). Korovec jedovatý má nadále 2 podřízené taxony: *Heloderma suspectum cinctum* Bogert & Marten Del Campo, (1956) a *Heloderma suspectum suspectum* Cope, (1869). Korovec mexický má dokonce 4 podřízené taxony: *Heloderma horridum alvarezii* Bogert and Marten Del Campo 1956, *Heloderma horridum horridum* Wiegmann 1829, *Heloderma horridum exasperatum* Bogart & Del Campo 1956, *Heloderma horridum charlesbogerti* Campbell and Vannani 1988 (Beck 2005).

3.3.2 Morfologické rozdíly mezi *Heloderma suspectum* a *Heloderma horridum*

Tyto dva druhy jdou od sebe snadno rozeznat. Proporcionálně má *Heloderma horridum* větší ocas, který obsahuje alespoň 60% SVL (délka od špičky nosu až po otvor kloaky). U *Heloderma suspectum* ocas nemá délku větší než 56% SVL. *Heloderma suspectum* má typicky dvě viditelně zvětšené preanální šupiny narozdíl od *Heloderma horridum*, který nemá ani jednu, ačkoli někteří jedinci z východní Guatemala jsou výjimkou. *Heloderma horridum* má dva páry infralabií, které jsou v kontaktu s bradovým štítem narozdíl od *Heloderma suspectum*, který má jen jeden (Beck 2005).

3.3.3 *Heloderma horridum*

Heloderma horridum je delší a žije více na stromech než *Heloderma suspectum*. Dospělci v přírodě dosahují 330-480 mm délky SVL (snout-to-vent – délka od špičky

nosu až po otvor kloaky), celkově dosahují dospělci 570-860 mm a váží okolo 800 g (Mackessy 2010). Individuální jedinci mohou vzácně dorůstat do 1 m celkové délky a vážit přes 2 kg. Dosud byly popsány 4 poddruhy tohoto druhu, *Heloderma horridum exasperatum*, *Heloderma horridum horridum*, *Heloderma horridum alverezi*, *Heloderma horridum charlesbogerti* (Beck 2005).

3.3.3.1 *Heloderma horridum exasperatum*

Tento druh byl objeven roku 1956 Bogartem a Del Campem a je také znám pod názvem „Rio Fuerte Beaded lizard“. Je to vůbec nejsevernější poddruh *Heloderma horridum*, který obývá odvodňovací povodí řeky Rio Fuerte a oblasti Rio Mayo, jižní Sonoru a Severní Sianola Mexiko.

Heloderma horridum exasperatum je subtropický druh, který oplývá největším zbarvením z poddruhů korovce mexického. Jeho variace obsahují více žluté barvy, která převyšuje nad černou nebo hnědou. Tento ještěř je nejvíce aktivní a má největší pohodlí při 78 až 88 °F což je 25,556°C až 31,11°C (Stephan L. Angeli 2011. HorridumAngeli Reptiles 2001 dostupné z <http://www.helodermahorridum.com>).

3.3.3.2 *Heloderma horridum horridum*

Tento druh byl popsán roku 1829 Wiegmanem a je také znám jako „Escormionín nebo Acaltepin“. Je to nejběžnější poddruh korovce mexického. Byl nalezen na pacifickém pobřeží severní Sinaloi celou cestu dolů k Oaxaca Mexico v nadmořských výškách okolo 1500 metrů nad mořem C (Stephan L. Angeli 2011. HorridumAngeli Reptiles 2001 dostupné z <http://www.helodermahorridum.com>).

Díky jeho rozšíření má tento druh nejvíce variabilní zbarvení. Někteří jedinci mohou být například skoro celí žlutí, jiní mohou být téměř celí černí. Vypadá to, že tento druh je mezistupněm vývoje *Heloderma horridum alverezi* z východního Oaxacu (Beck 2005).

3.3.3.3 *Heloderma horridum alverezi*

Tento druh byl popsán roku 1956, a to pány Bogart a Matí'n Del Campo. Je také znám jako „Chapan Bleck nebo Río Grijalva Beaded lizard“. V Mexiku tomuto druhu říkají Lagarto Enchaquirado, což se překládá jako „Beaded Alligator – kousající aligátor“. Tento druh je nejméně prozkoumaný a nejvíce mysteriózní poddruh *Heloderma horridum*, který byl zatím objeven. Obývá údolí Rio Grijalva přes centrální Chapas až po západní Guatamale. Rodí se se žlutými až oranžovými tečkami, které buď všechny anebo jen některé, ztrácejí při pohlavní dospělosti. Dospělci jsou černí nebo hnědí se zrnitou kůží, ale bez barvy. Ocas mají běžně bez páskování (Stephan L. Angeli 2011. HorridumAngeli Reptiles 2001 dostupné z <http://www.helodermahorridum.com>).

3.3.3.4 *Heloderma horridum charlesbogerti*

Tento druh byl poprvé objeven roku 1984 zemědělským dělníkem, který se jmenoval Espí'ritu Santo v údolí Guatemalské Motuaga. Pojmenován byl po uznávaném herpetologovi Charlesu M Bogertovi. Dospělci *Heloderma horridum charlesbogerti* mají většinou černé tělo se žlutými nebo bílými tečkami od předních končetin po kořen ocasu. Ocas na sobě nemá tečky, ale pruhování ve stejné barvě, jakou jsou tečky. Mláďata toho druhu mají úplně stejné vzory jako *Heloderma horridum alverezi* a *Heloderma horridum horridum*. Vyskytuje se pouze v údolí Rio Motagua a přilehlých podhoří východní a jihovýchodní Guatamale. Je to nejvzácnější druh ze všech korovců a také je ohrožen v celém svém rozsahu. Byl dokonce rozmnožen v zajetí. To se povedlo Zoo v San Diegu. Nadále Atlanská zoo vlastní skupinu těchto velkolepých plazů (Stephan L. Angeli 2011. HorridumAngeli Reptiles 2001 dostupné z <http://www.helodermahorridum.com>).

3.3.4 *Heloderma Suspectum*

Heloderma suspectum je kratší, robustnější a více žijící na zemi než *Heloderma horridum*. Tento druh je ale více barevnější a má nápadité vzory. Dospělci dosahují 300-360 mm SVL délky a celkově 350-500 mm. Dospělec může vážit okolo 500 g. Divocí jedinci mohou dorůstat až 550 mm v celkové délce a mohou vážit až 1 kg. Sameček začíná být reproduktivní v 221 mm SVL délky, samička v 239 mm délky.

Samečci mají širší hlavu než samičky. Jsou dosud popsány 2 poddruhy, a to *Heloderma suspectum suspectum* a *Heloderma suspectum cinctum*. (Beck 2005).

3.4 Biotop a výskyt

3.4.1 *Heloderma suspectum*

Korovec jedovatý se vyskytuje v jihozápadních Spojených státech a severozápadním Mexiku. Přesněji se vyskytuje od extrémů jihozápadního Utahu, extrémů v jižní Nevadě a přilehlé jihovýchodní Kalifornii přes jižní Arizonu, jihozápadní Nové Mexiko poté i hodně v Sonoře a v extrémech severní Sinaloi a v poslední řadě i v Mexiku. Jádro rozsahu je v Arizoně a Sonoře. Výškový rozdíl výskytu je od blízkého moře v Sonoře po 30 metrů nad mořem v Arizoně až po největší vrchol 1 545 metrů nad mořem v jihozápadní Arizoně. V Novém Mexiku žijí od 1 180 do 1 950 metrů nad mořem.

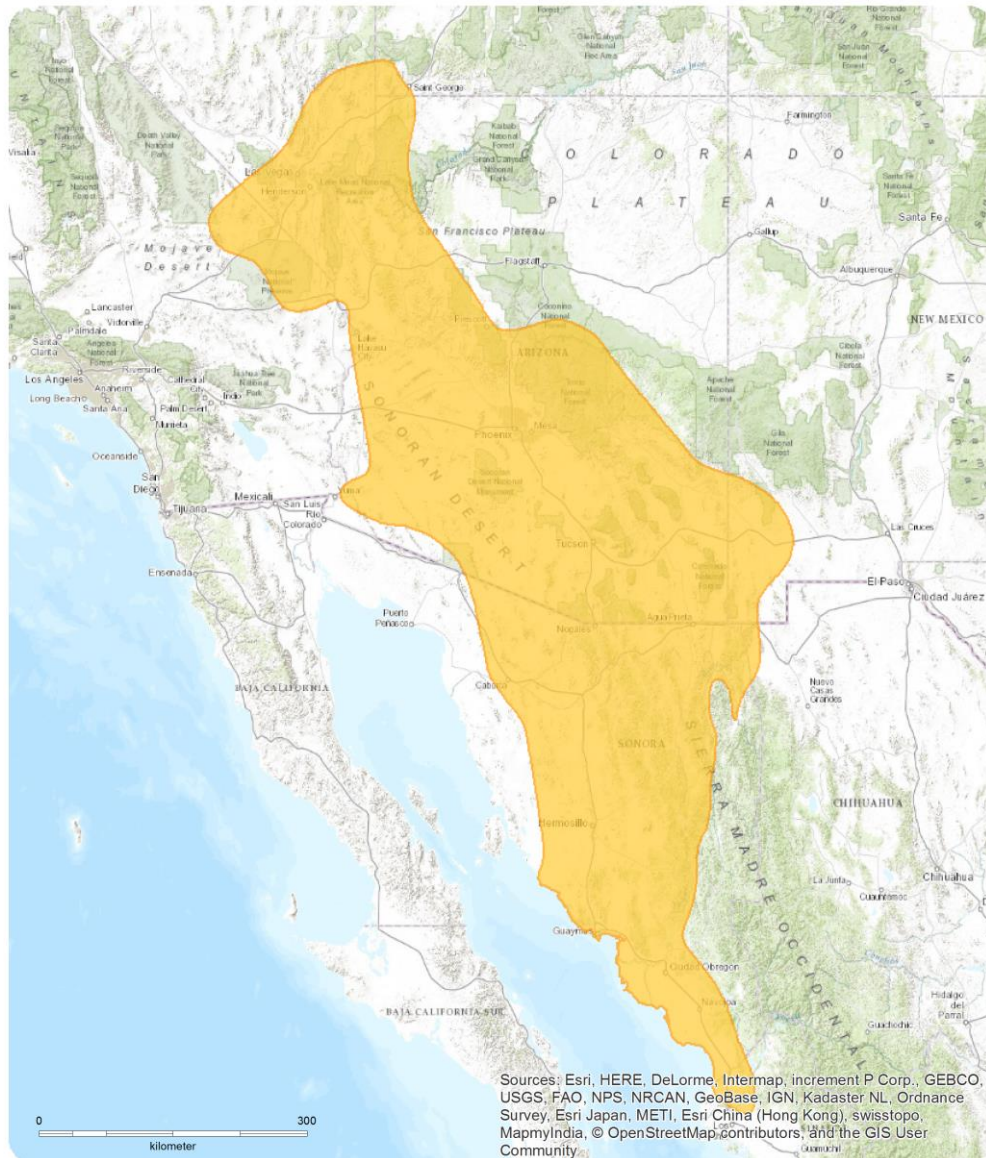
Tento druh obývá nejčastěji pouštní pastviny v Mohavě a v Sonoře pouštní křoviny a trnové křoviny. Mohou obývat i lesní porosty například dub nebo borovici, ale to už není tak běžné. V Mexiku se vyskytuje na nižších horských svazích a přilehlých pláních a plážích, občas se vyskytuje i v zavlažených oblastech.

V některých částech Arizony a Sonory se vyskytují hojné populace tohoto druhu i na dnech kaňonů a v suchých potocích (arroyos). V jižní Arizoně je *Heloderma suspectum* a jeho populace více rozšířená v pouštích, kde je dostatek vláhy a kaktusů Saguaro (palo verde-saguaro desert) než v pouštích, které jsou sušší a více písčné (creosote-bursage desert), kde se vyskytují hlavně blízko skalnatých výběžků nebo hor.

V Novém Mexiku je nejčastěji pozorován v pouštní vegetaci, v kamenitějších oblastech pod horami a kaňonech, občas ho můžeme najít v nižších patrech pinyono-jalovicových lesích nebo v dubových lesích. Vzácně se objevuje v zemědělských oblastech.

Heloderma suspectum je především pozemní, ale občas leze i do stromů a jiné vegetace. Jejich úkryty jsou různorodé, mohou to být mezery pod skálou, husté keře, nory nebo stromová hnízda. Podpovrchové úkryty jsou důležitou součástí daného habitatu a většinou jsou používány s vysokým stupněm věrnosti, někdy i několika

individuálními jedinci (Hammerson, G.A., Frost, D.R. & Gadsden, H. 2007. *Heloderma suspectum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007).



Heloderma suspectum

Range

■ Extant (resident)

Compiled by:
NatureServe and IUCN
(International Union for
Conservation of Nature)



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply any official endorsement, acceptance or opinion by IUCN.



(© The IUCN Red List of Threatened Species: *Heloderma suspectum* – published in 2007.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T9865A13022716.en>)

3.4.2 *Heloderma horridum*

Tento druh se vyskytuje při nízkých až středních vzestupech hladiny Pacifiku od úpatí Mexika z jižní Sonory na Chapas podél Pacifických drenáží z jihovýchodní Guatemale až po údolí Montagua v Guatamale. Jejich výškové rozšíření je od hladin moře až po 1 529 metrů nad mořem. Podskupině v údolí Motagua odpovídá druh *Heloderma horridum charlesbogerti*.

Tento druh se nejčastěji vyskytuje v tropických listnatých lesech, ale také ho můžeme nalézt v trnitých lesních porostech, tropických křovinách. V nízké nadmořské výšce se může vyskytovat i v borovicových a dubových lesích. V narušených oblastech se tento druh nevyskytuje (Ariano-Sánchez, D., Muñoz-Alons, A., Marquez, L.C. & Acevedo, M. 2014. *Heloderma horridum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T9864A3152367).



Heloderma horridum

Range

■ Extant (resident)

Compiled by:
NatureServe and IUCN
(International Union for
Conservation of Nature)



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply any official endorsement, acceptance or opinion by IUCN.



(© The IUCN Red List of Threatened Species: *Heloderma horridum* – published in 2014.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T9864A3152367.en>)

3.5 Populace

3.5.1 *Heloderma suspectum*

Tento druh nebyl nikdy příliš početný, ale jeho hojnost se značně liší. Celková velikost dospělé populace není přesně známa, ale je jich pravděpodobně nejméně několik tisíc. Tento druh je poměrně běžný v oblastech jeho rozšíření. Korovec je sice zřídka vidět, ale v Arizoně není nijak vzácný nebo neobvyklý. V novém Mexiku se s tímto druhem můžeme běžně setkat v Redrock Wildlife Area, Grant County a na Granite Gap v Hidalgo County. Na jednom místě byla zjištěna hustota jedinců na čtvereční metr okolo pěti jedinců. Populace jsou bohužel klesající po celém rozsahu Spojených států, ale míra poklesu je neznámá. Pravděpodobně méně než 30% během posledních tří generací. Populace v Utahu zahrnuje 450 až 800 jedinců z odhadovaných 2000 až 5000 před rokem 1930. Pokles populace v Mexiku je pravděpodobně ještě horší (Hammerson, G.A., Frost, D.R. & Gadsden, H. 2007. *Heloderma suspectum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007).

3.5.2 *Heloderma horridum*

Celková populace tohoto druhu je neznámá. Lze předpokládat, že je populace klesající, ale v pomalém měřítku, i když věrohodná dokumentace chybí. Odhad populace guatemalského poddruhu *Heloderma horridum charlesbogerti* je asi 350 dospělých jedinců, někdy se udává jen 170 až 250 jedinců. Dnes je mnohem těžší najít jedince, který spadá do tohoto poddruhu, než tomu bylo v roce 1980, což naznačuje, že tato populace klesá (Ariano-Sánchez, D., Muñoz-Alons, A., Marquez, L.C. & Acevedo, M. 2014. *Heloderma horridum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T9864A3152367)

3.6 Výživa

Toto téma vyvolalo značné debaty. První populární prohlášení, které tuto problematiku shrnuje, vytvořil Ditmars. V této publikaci se můžeme dočíst, že mnoho lidí si myslí, že potravu tvoří hlavně mravenci, jiní zase tvrdí, že se krmná dávka korovců skládá hlavně z vajec, ptáků a plazů. V zajetí korovci ukazují zálibu ve slepičích a plazích vejcích, ale neopovrhnu ani drobnými hlodavci. K hmyzu a jejich larvám jsou lhostejní. Když ukořistí vejce s tvrdší skořápkou, otevře ho na jednom konci skořápky a vyprázdní obsah vejce narozdíl od menších měkkých vajec ještěrek a menších hadů, ta si bere celá.

Nemocní a překrmení korovci nebudou věnovat žádnou pozornost potravě, kterou jim nabídneme. Druhy chované v nedostatečně osvětleném prostoru se nebudou krmit snadno. Na druhou stranu, když máme světlo se slabým příkonem, a to zejména v zimním období, budeme je krmit pravidelně. Jedince, kteří nechtějí jíst a odmítají krmivo, můžeme donutit silou. K tomu se může použít katetr, který se vtlačí do jícnu a vpravuje se do něj pomocí injekční stříkačky homogenizovanou kapalinou.

Korovci budou jíst taková vejce, která obsahují buď už menší nebo větší embrya. Je jim vesměs jedno, jestli je embryo ve vejci živé nebo mrtvé.

Byl zkoumán obsah žaludku u několika jedinců tohoto druhu, tento výzkum vedl pan Evans majitel a operátor Reptila Garden ve Phoenixu v Arizoně. V žaludcích těchto korovců se našly pozůstatky vajec křepelek nebo jiných na zemi hnízdících ptáků. V některých případech byla nalezena i menší vejce, která byla spolknutá celá. V obsahu žaludku se našli i pozůstatky po mladých chipmancích a králících. Tento druh teda nejí žádné larvální stádia ani dospělce hmyzu, a ani nebylo pozorováno, že by konzumoval rostlinou stravu. Bylo prováděno několik pokusů a pozorování různými autory. Důkazy, na které přišli nebo vypožorovali, nasvědčují v to, že v přírodě jsou korovci lupiči z hnízd. Z těchto hnízd si odnáší vajíčka, ale i mláďata hnízdící v hníždě (Stahnke 1950).

3.7 Rozmnožování a inkubace vajec

3.7.1 Rozmnožování

3.7.1.1 V přírodě

V přírodě se korovci páří hlavně v úkrytu. Ještě nikdo nepozoroval páření mimo něj. Doba líhnutí mladých jedinců není přesně známa. Mláďata o přibližné hmotnosti 35 gramů byla pozorována na konci dubna až do začátku června. Vejce jsou kladena v červenci a srpnu a můžeme se jen domnívat, že líhnutí nastává na podzim. Jedna z teorií je, že mláďata se po vyklubání ukládají k hibernaci, aniž by se dostala z úkrytu. Druhá teorie předpokládá, že vyvinuté embryo zůstává přes zimu ve vajíčku a klube se až na jaře (Dr. Hans-Joachim Schwandt dostupné z <http://www.heloderma.net>).

3.7.1.2 V zajetí

Heloderma chovaná v zajetí se stanou sexuálně aktivní okolo tří let života. Někteří samci ale potřebují jednu sezónu navíc, aby byli plně schopni reprodukce. Samci mají dosahovat 22 cm SVL délky a samice alespoň 24 cm pro dosažení pohlavní dospělosti. Nezbytné pro úspěšný odchov je hibernace při teplotě asi 13°C v průměru. K páření dochází, pokud jsou přítomny zralé folikuly u samic takzvané nadýmání samice a u samců, když mají plně vyztřelé spermie.

Vejce jsou kladena po 4-5 týdnech, pokud je vše v pořádku. Snůška se většinou skládá ze čtyř až pěti vajec v nejlepších podmínkách, maximum je 7. Samice několik dní před kladením odmítá jíst. Samice menšího věku kladou malé snůšky, ale stále není známo, jestli je snůška ovlivněná velikostí samice. Vejce jsou přemístěny co nejdříve do inkubátoru (Dr. Hans-Joachim Schwandt dostupné z <http://www.heloderma.net>).

3.7.2 Inkubace vajec

Tácy s vejci by měly být umístěny v horní a dolní části inkubátoru. Vlhkost by měla dosahovat skoro až 100% relativní vlhkosti. Pokud je vlhkost pod 98% může se zvednout tím, že do inkubátoru dáme dva zásobníky do poloviny naplněné vodou.

Doba inkubace se pohybuje od 134–155 dnů v závislosti na teplotě, která by měla být okolo 26-29°C. Když je zdravé vejce dobře inkubováno, má vůni lesní půdy a zdá se, že je vysoce odolné vůči plísním. Dva až tři týdny před vylíhnutím začíná skořápka napraskávat a finální líhnutí probíhá během 48 hodin (Dr. Hans-Joachim Schwandt dostupné z <http://www.heloderma.net>).

3.8 Aktivita a termoregulace

3.8.1 Aktivita *Heloderma suspectum*

Tento druh je aktivní vesměs kdykoli během dne, ale z velké části to jsou denní tvorové, a to zejména při jeho sezónním období, kdy má největší aktivitu. Toto období probíhá v dubnu a v květnu. Na jaře dosahují nejvyššího vrcholu aktivity v dopoledních hodinách a s menším vrcholem v pozdních odpoledních hodinách. Tato aktivita se stává proměnlivou s příchodem vyšších letních teplot. Noční aktivita, jak se zdá, nastává častěji po letních deštích. Korovec jedovatý se také občas v zimě vynoří z nory a začne se slunit u vchodu (Pianka 2004).

3.8.2 Aktivita *Heloderma horridum*

Tento druh vykazuje bimodální až diurnální aktivní vzor se silným vrcholem účinku v odpoledních hodinách mezi 16:00 až 20:00 hodinou a menším vrcholem ráno mezi 07:00 až 10:00 hodinou. V období dešťů se tento bimodální vzor aktivity od sebe oddaluje, kde první vrchol aktivity přichází dopoledne a druhý vrchol později odpoledne a podvečer. Noční aktivita u *Heloderma horridum* je jen příležitostná. Nejvíce aktivní v noci je, když nastává období dešťů. Tento bimodální vzor nemusí být vždy stejný u všech poddruhů, ale je hodně podobný. V Chipasu byl pozorován druh *Heloderma horridum alvarezii*, který je aktivnější při soumraku a krátce nato s menší aktivitou během dne a výjimkou je jen období dešťů (Pianka 2004).

3.8.3 Termoregulace *Heloderma suspectum*

Teploty, které zde budu psát jsou pořízené z roku 1983 až 1984 a jsou z jihozápadního Utahu. Měření bylo prováděno na druhu *Heloderma suspectum cinctum* ve stínu, u kterého je průměrná měsíční teplota těla 12 °C v prosinci a 28,0 °C v červenci. Další měření bylo pořízeno v jižním Novém Mexiku, a to roku 1992 až 1993. Teploty se pohybovaly okolo 11,0 °C v prosinci a 27,6 °C v červenci. Byly zaznamenány i extrémy, kdy v prosinci naměřili tělesnou teplotu pod zemí okolo 9,1 °C až po maximální extrém, který činil 36,8 °C po tepelné setrvačnosti a aktivitě v červnu. Tento druh, když odpočívá v úkrytu má tendenci být termokonfortní, a to za dobu sezónní aktivity může být po několik týdnů a mimo sezónu i mnohem déle (Pianka 2004).

3.8.4 Termoregulace *Heloderma horridum*

Měření bylo pořízeno v Mexiku ve státě Jalisco. Průměrná tělní teplota byla naměřena, když *Heloderma horridum* odpočíval v úkrytu a pohybovala se okolo 20°C v prosinci až do 28,5°C v červenci. Naměřily se i extrémní tělní teploty, kdy maximum bylo 37,2°C v červnu po aktivitě tepelné setrvačnosti a minimum v lednu, kdy teplota byla 17,7°C a jedinec byl pod zemí. Když odpočívají v úkrytech, mají tendenci být termokonfortní, a to za dobu sezónní aktivity může být po několik týdnů a mimo sezónu i mnohem déle. Ti jedinci, kteří využívají podpovrchová příbytky, vykazují malou variaci tělesné teploty během dne, kdežto tělesná teplota ještěřů, kteří používají příbytky ve stromech, začíná kolísat podle teploty, která je obklopuje. Nízká tělesná teplota u těchto ještěřů v průběhu „zimního spánku“ souvisí se sníženou rychlostí metabolismu, a tím pádem to pro *Heloderma horridum* představuje značné úspory energie (Pianka 2004).

3.9 Podmínky chovu korovců v zajetí

3.9.1 Velikost nádrže

Velikost nádrže pro *Heloderma suspectum* by měla být 4x3x2 a pro *Heloderma horridum* 4x2x3 (Moucha a kol.).

3.9.2 Klimatické podmínky

Jedná se o druhy, které se nacházejí v subtropických a tropických polosuchých až velmi suchých oblastech (Moucha a kol.).

3.9.3 Zařízení terária

Mělo by to být polosuché terárium, s teplotami okolo 20-28°C, lokální zdroj tepla s možností velkého ohřátí, UV zdroj velmi vhodný. Terárium je nutné vybavit vlhkými úkryty a miskou s vodou. Pro rozmnožování je většinou nutná zimní klidová perioda a střídání suchých a vlhkých období. Pro *Heloderma horridum* terárium se silnými větvemi (Moucha a kol.).

3.9.4 Sociální struktura

Nejlepší je chov v páru. Mezi samicemi je ustanovená hierarchie, jsou možné menší potyčky (Moucha a kol.).

3.9.5 Odchyt a transport

Odchyt provádíme nejčastěji rukou, transport je prováděn po jednotlivcích v plátěných pytlech nebo můžeme použít i plastové přenosky s ventilací pro menší ještěři. Musí se dbát na to, aby ještěři při převozu nebyli podchlazení a poranění přes látku pytle (Moucha a kol.).

3.10 Jed

3.10.1 Historie a výzkum

Jako jeden z nejvíce uznávaných rysů *Helodermatidea* je ten, že jeho členové jsou jedovatí. Nedorozumění a zmatek o této skupině doprovázel *Heloderma* ještě před tím, než byla popsána Hernándezem v roce 1577. Jak popisuje D. Beck ve své knize, pár autorů z druhé poloviny devatenáctého století si všimli unikátního rýhování dentinu, tím pádem se domnívali, že může být spojován s jedovatým kousnutím. To se ale nevědělo do roku 1880, kdy byla objevena jedová žláza. Nadále byl veden experiment k dokázání toxinu ve slinném sekretu, který je pro ostatní zvířata toxický. Namísto ohlasu a uznání přišly pochybnosti o tom, jestli *Heloderma* mají opravdu možnost někoho otrávit, tato práce také iniciovala ke kontroverzi po několik dekad. Další experiment dokázat pravost jedu u *Heloderm* který prováděl Yarrow roku 1888, bohužel selhal, nejspíše protože byly použity nevhodné metody při odběru jedu. Mezi další vědce, co zkoumali histologii jedových žláz a ukázali, s kontrolou, že opatrně extrahovaný jed, vpraven injekčně do malých obratlovců, měl letální efekt. Přeci jen skepticismus zůstává. V roce 1913 byla vydána autoritativní 244 - stránková knížka detailně shrnující studie jedu *Heloderm*. Tuto knihu publikovala Carnegie Institution of Washington. Kniha obsahuje detailní studie aspektů tohoto jedu včetně jeho biochemie a efektu na variabilní fyziologický systém v nespočet organismech (Beck 2005). Korovec jedovatý dostal přídomek *Suspectum* podle toho, že E. D. Cope podezřívával „suspected“ korovce za jedovatého (Cope 1869). To vědci nechtěli přijmout až do dvacátého století, kdy souhlasili s tím, že je to pravda. (Beck 2005)

3.10.2 Systém dodávání jedu

Heloderma mají účinný systém dodávání jedu, který se skládá z párových jedových žláz vyprazdňujících se přes kanálky jedových zubů. Jed je produkován a uskladněn

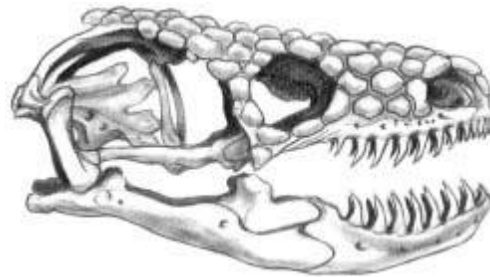
v párových jedových žlázách, které na rozdíl od jedovatých hadů, jsou uloženy v dolní čelisti a kanálky jsou propojené se každým lalokem. Jedna jedová žláza se skládá z 3 až 4 samostatných laloků. (Beck 2005).



(Obrázky z knihy *Biology of Gila Monster nad Beaded lizard* 2005, Daniel D. Beck, kreslil Randy Babb.)

Na rozdíl od hadů, ti mají jedovou žlázu uloženou v horní čelisti přímo za okem a je vedena po jednotlivých kanálcích až k jedovému zubu. Jedové žlázy korovců nejsou obklopeny svaly tak, jak je to u hadů. Jak píše D. Beck ve své knize, struktura jedové žlázy byla popsána Fischerem roku 1882, ale úplné a kompletní popsání přišlo, až když vydal svojí práci pan Fox roku 1913 a Phisalix roku 1912 a 1917.

Korovcovití nejsou specialisté na vpravování velkého množství jedu během krátkého kontaktu, jak je to například u mnoha hadů, ale jejich jedový systém je uzpůsoben tak, aby rychle a efektivně přenesl jed do kousnutí. Během kousnutí korovec pohybuje čelistí a díky tomu vyrábí napětí v jedové žláze a jed se dostává do kanálku mezi čtvrtou a sedmou dvojicí dentaria, kde jejich zuby ukazují největší specializaci pro propichování a dodávku jedu. Série drobných záhybů a drážek v membránové tkáni slouží jako dočasný rezervoár jedu a usnadňuje průtok jedu do zubu, odkud jed poté proudí do rány. Pohyby čelisti jiné než asociované s kousáním mohou také vyvolávat napětí na jedové žláze a zalít takzvanou „jedovou koupelí“ všechny zuby. Každý specializovaný zub má dvě drážky s mělčí (někdy chybějící) drážkou směřující dozadu. Každá drážka je lemována řezací přírubou, která dělá zub více adaptovaný pro propíchnutí „kůže“ více než kuželový zub. Struktura a velikost všech zubů nejsou stejné, ty největší a nejvíce rýhované jsou dentaries (v dolní čelisti), které mohou být velké až 6 mm u *Heloderma horridum* a 5 mm dlouhé u *Heloderma suspectum* (Beck 2005).

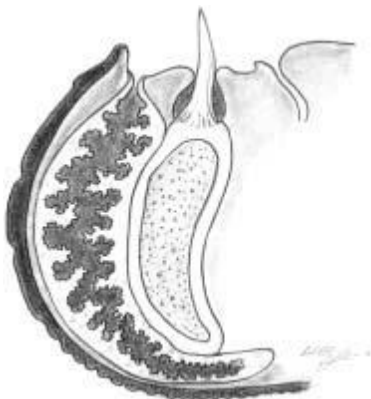


(Obrázky z knihy *Biology of Gila Monster nad Beaded lizard* 2005, Daniel D. Beck)

Množství jedu, který je vpraven do oběti, se liší, a to v mnoha faktorech například – velikostí korovce, stupněm agitace a dobou zakousnutí do kořisti. Korovec jedovatý v zajetí, je schopen po správném získání jedu disponovat 0,5 až 2,0 ml jedu po jednom odběru (Beck 2005).

3.10.3 Morfologie jedové žlázy

Jedové žlázy korovců, jak si můžeme všimnout na obrázku výše, je viditelná zduřenina pod dolním rtem. Každá z jedových žláz se skládá z fibrinózních kapsulí, které tvoří tři až čtyři laloky. Každý lalok je strukturně nezávislý orgán, který je formován vaky s nateklými žlázami, jejichž základna a zúžené kanálkové extraktory nasedají na jedové zuby v dolní čelisti (Beck 2005).



(Obrázek z knihy *Biology of Gila Monster nad Beaded lizard* 2005, Daniel D. Beck)

Každý lalok je nadále rozdělen do několika lalůčků, které jsou později dále děleny na menší lalůčky. Toto dělení pokračuje do té doby, než vznikne malá dutinka nebo alveoly. Každá je samostatně separovaná jemnou přepážkou. Dutiny bez alveolů

pokračují jako lalůčky a tvoří tak celou síť intralalůčkových tubulů. Jed je produkován sloupovitými, granule sekretujícími buňkami, které lemují intralalůčkový tubulus. Sekretované granule proudí z tubulu do centrálně sběrného lumenu, který spojuje vylučovací kanálek. Lumen spolu s asociovanými tubuly a alveolami podle všeho slouží jako uložisko pro jed (Beck 2005).

3.10.4 Efekty jedu

Nejkompletnější zkoumání efektů jedu korovců pozůstalo v práci Loeb et al. z roku 1913, kde testovali stovky druhů včetně bezobratlých. Studie zjistila, že bezobratlí jsou esenciálně imunní vůči tomuto jedu. Efekt jedu na obratlovcích je mnohem drsnější a variabilnější (Beck 2005). Účinky jedu páchají mnohem větší škody na endodermu než ektodermu (Cook 1913). Nicméně korovec jedovatý je imunní vůči svému jedu, jak popisují Cooke a Loeb v roce 1913, Brown a Lowe v roce 1954 ve svých pracích. U savců je hlavní efekt jedu rapidní redukce v toku karyotypu v krvi, po němž následuje výrazný pokles krevního tlaku, dále nastávají dýchací problémy, anomálie srdce a tachykardia, hypotermie, různé edémy a vnitřní krvácení v gastrointestiálním traktu, plicích, očích, játrech a ledvinách (Cook 1993).

3.10.5 Chemické složení jedu

Jed korovce jedovatého je složen z proteinů, které byly charakterizovány s použitím 2D-gelu a tandemové hmotnostní spektrometrii. Bylo identifikováno celkem 39 různých proteinů z 58 vybraných míst (Sanggaard 2015).

3.10.5.1 Hyaluronidáza

Hyaluronidáze je hydrolitický enzym, který štěpí vnitřní glykosidické vazby hyaluronové kyseliny, mukopolysacharid, který je důležitou složkou pojivové tkáně. Tato akce usnadňuje rozšíření jedu na různých tkáních (Tu and Hendon 1983). Tento enzym se také přezdívá jako hlavní šířící faktor (Beck 2005). Můžeme ho najít i u hadů, kde má stejný účel (Meier and Stocker 1995). Jed obou korovců vykazuje velkou

aktivitu hyaluronidázy, která jak se předpokládá, má potenciální vliv na edémy po kousnutí korovcem (Beck 2005).

3.10.5.2 Serotonin

Serotonin, odvozený od aminokyseliny tryptofanu, vytváří místní fyziologické účinky a také funguje jako neurotransmiter. Zprostředkovává procesy jako je zánět, vazodilatace, aktivitu hladkého svalstva a vyvolává agregaci destiček (Garattini, S & Valzelli, L. 1965). Byl nalezen v různých typech toxinů ze zvířat jako jsou například pavouci, ropuchy a vosy. Konkrétní účinky serotoninu u korovců nejsou doposud známy, i když je pravděpodobné, že se podílí na zánětlivé reakci (Beck 2005).

3.10.5.3 Fosfolipáza A₂

Fosfolipáza A₂ je enzym, který je klasifikován jako hydroláza, která působí na esterových vazbách v molekulách tuku (fosfolipidy). Tyto společné prvky jsou podobné jako u hadích jedů (*viperidae* a *elapidae*), které jsou toxické pro presynaptické membrány, přerušují uvolňování neurotransmiterů v nervových synapsích a neuromuskulární uzly, a také inhibují krevní destičky (Rosenberg 1988). Mezi další příznaky patří ochrnutí a ztráta svalové kontroly a funkce. Bohužel nemůžeme říct s jistotou, zda fosfolipáza A₂ u korovců je zodpovědná za takovéto účinky i u lidí a jiných savců, protože specifické in vivo účinky tohoto enzymu nebyly zkoumány. Nicméně pánové Huang a Chiang v roce 1994 zjistili, že enzymy fosfolipázy A₂ z *Heloderma Horridum* agreguje inhibici krevních destiček v lidské krevní plazmě. Z jedu *Heloderma suspectum* bylo identifikováno pět variant tohoto enzymu. Fosfolipáza A₂ korovce jedovatého je zcela odlišná od té, co se našla v hadím jedu liší se hlavně dusíkatou koncovkou aminokyseliny a molekulární hmotností. Nejzajímavější je to, že fosfolipáza A₂ korovců je nejpodobnější fosfolipáze z včelího jedu (Beck 2005).

3.10.5.4 Nervový růstový faktor

Nervový růstový faktor byl objeven v řadě viperidních a elaptidních hadích jedech. Normálně indikují růst nervové tkáně, ale také mohou přispět toxickým účinkem, který způsobuje záněty (Meier and Stocker 1995). Nervový růstový faktor byl u *Heloderma horridum* objeven v roce 1968 panem Levi-Montalcini a Angelettim, ale jeho role v jedu je neprobádaná (Beck 2005).

3.10.5.5 Helothermine

Tento toxin z *Heloderma horridum* je 25,5 kDa protein s dusíkatou aminokyselinou, jejíž sekvence je: Glu-Ala-Ser-Pro-Lys-Leu-Pro-Gly-Leu-Met-Thr-Ser-Asn-Pro-Asp-Gln-Gln-Thr-Glu-Ile (Mochca-Morales 1990). Pokus, který prováděli Mochca-Morales et al. dokazuje, že se jedná o podchlazovací toxin. Jed byl vpraven do myši, u které helothermine způsoboval letargii, částečnou paralýzu zadních končetin, střevního roztažení a snížení tělesné teploty. Také blokuje některé iontové kanálky v buněčných membránách. Tato vlastnost vědcům dává možnost využít jed jako farmakologický nástroj pro studie struktur a funkce iontových kanálků ve svalové a mozkové tkáni. Na rozdíl od ostatních toxinů, nalezených v jedu korovců, helothermine nevykazuje žádné enzymatické účinky. Helothermin je členem helviprint (skupina proteinů), který byl nalezen u mnoho plazích jedů (Beck 2005).

3.10.6 Toxiny spjaté s kallikreninem

Jedná se hlavně o toxiny, které způsobují nesnesitelnou bolest, která je zapříčiněná kousnutím korovce jedovatého a korovce mexického a jejich poddruhy. Byli identifikovány čtyři proteiny na bázi kallikrejních toxinů z jedu korovců. Kalikreiny jsou hypotenzní hormony, které mají silné fyziologické účinky. Štěpí kinogen, který uvolní bradykininy, které zprostředkovávají zánětlivou, nebo bolestivou odezvu. Bradykininy produkují bolest tím, že stimulují oba senzory C-vláken a spinální ganglie, snižují hladinu cukru v krvi tím, že přesouvá D-glukózu

z plazmy do svalů. Brandykininy způsobují vazodilataci periferní arterioly a zvýšenou propustnost cév, to má za následek různé edémy (otoky způsobené prosakováním tekuté plazmy do tkání). Mimo jiné efekty, brandykininy stimulují vylučování adrenalinu. Což může způsobit nárůst rychlosti srdce. Stejně jako u helotherminu první tři kallikreíní proteiny byli uznáni za smrtící jedy (Beck 2005).

3.10.6.1 Gilatoxin

Gilatoxin je glykoprotein, který byl jako první izolovaný z jedu *helodermatid*. Pozdější výzkum zjistil, že gilatoxin je jeden z mála toxinů obsažených v jedu korovců, který ukazuje kallikreíní aktivitu (Utaisincharoen et al. 1993). Tento toxin se vyskytuje u obou druhů okolo 3% - 5% z objemu jedu. Gilatoxin je serinová proteáza která působí například na kininogen a angiotensin, kteří se podílejí na zprostředkování krevního tlaku. Toxin se nachází jen a pouze u *helodermatidae* a má LD 50 2,6-2,9 µg/g hmotnosti. Zajímavostí je, že gilatoxin, když se podával myším s kombinací dalších jedů, se stává více toxický. Což naznačuje tomu, že toxin reaguje synergicky s dalšími složkami jedu (Beck 2005).

3.10.6.2 Horridum toxin

Horridum toxin, z jedu *Heloderma horridum*, je jediný hemoragický toxin izolovaný z helodermatid. Horridum toxin je glykoprotein jako gilatoxin, má i stejnou strukturu, ale odlišnou formu (Tu 2000). To také ukazuje kallikreíní aktivitu, uvolňující brandykininy po hydroláze kinogenu. Pokus na kryse, kde jí byl podán jed, ukázal, podobně jako u gilatoxinu, že má silné hypotenzní účinky. Je toxičtější než gilatoxin. Jeho LD 50 je 0,38 µg/g hmotnosti (Nikai et al. 1988). Kromě zánětů, které způsobují brandykininy, horridum toxin také způsobuje vnitřní krvácení v orgánech a to zejména v oku, což vede k exophthalmii (výčnělek oční bulvy). Tento jev nebyl pozorován u jiných jedů. Ačkoliv horridum toxin byl izolován jen z *Heloderma horridum*, exophthalmii můžeme sledovat u krys a myší, kterým byl vpraven jed *Heloderma suspectum*, což naznačuje k tomu, že podobný toxin mohou mít i korovci jedovatí. U tohoto toxinu bylo prokázáno, že degraduje fibrinogen na fibrin, což je důležitý krok

v koagulaci krve. Za normálních okolností by to zapříčinil enzym trombin. Při otravě *horridum* toxinem se netvoří sraženiny, nicméně naznačuje, že se nechová jako trombin, stejně tak jako je to u mnoha hadích jedů vykazující kallikrejní aktivitu (Beck 2005).

3.10.6.3 Nepojmenovaný smrtící toxin

Další velmi toxický „smrtící toxin“ byl izolován z jedu *Heloderma horridum* (Beck 2005). Tento toxin má molekulární hmotnost 28 kDa a jeho LD 50 je 0,135 µg/g hmotnosti. Tím pádem se tento toxin izolovaná z jedu *Heloderm* jeví jako nejtoxičtější látka. Při pokusech na myších, tento toxin potlačoval kontrakce membrány svalů myší, ale nevykazoval hemolytickou nebo hemoragickou reakci. V tomto toxinu chybí enzymatické aktivity například fosfolipáz A₂ nebo arginin esteru (Komori ar al. 1988).

3.10.6.4 Helodermatine

Není považován za smrtelný toxin, je to vlastně esteráza argininu purifikovaná z jedu *Heloderma horridum*. Byl to úplně první enzym, který jevil aktivitu kallikreninu a byl charakterizován a izolován z jedu *Heloderm*. Helodermatin je jeden z dalších serinových proteáz glykoprotejnu, jako jsou gilatoxin a *horridum* toxin, ale jeho molekulární hmotnost je 66 kDa což je asi dvakrát více než mají zbylé dva toxiny. Jeho aminokyselinová sekvence dusíkatého konce je podobná kallikreninu z vepřového pankreatu a kallikreních enzymů podobných jako se našli u jedu chřestýšů *Crotalus atrox* a *Crotalus adamanteus* (Beck 2005).

3.10.7 Bioaktivní peptidy

Vědci, kteří hledali biologicky aktivní chemické látky ve zvířecích jedech, na začátku roku 1980 udělali důležitý objev. Našli, že jed korovců vyvolává efektivní sekreční odpověď z pankreatických acinů (sekreční buňky, které tvoří užitečný modelový systém pro testování biologické aktivity chemických látek) (Raufman 1996). Tento objev vedl k intenzivní snaze nalézt sloučeniny, které jsou zodpovědné za tyto reakce. Roku 1984 popsal Parker a jeho tým helospectin 1 a 2 a stejného roku byl i popsán helodermin. Tyto peptidy jsou podobné ve struktuře účinku k VIP (vasoaktivní intestinální peptid), což je hormon vylučovaný nervy v celém zažívacím traktu. Vasoaktivní intestinální peptid je silný relaxant hladkého svalstva (odtud pochází jeho jméno) a také zprostředkovává sekreci vody a elektrolitů v tenkém a tlustém střevě (Beck 2005). Aktivita a struktura vasoaktivního intestinálního peptidu je podobná jako u sekretinu, který je dalším poslem podílejícím se na stimulaci slinivky břišní. Okolo roku 1990 byli objeveny vědeckým týmem pod vedením Enga další dva biologicky aktivní peptidy v jedu korovců a to exendin-3 a exendin-4. Byli pojmenovány Exendiny, protože to jsou peptidy z exokrinních žláz, které mají endokrinní funkci (Eng et al. 1992). Helospectin začal být znám jako exendin-1 a helodermin jako exendin-2 (Beck 2005).

3.10.7.1 Exendiny

Exendiny vykonávají svojí interakci se specifickými receptory na buněčných membránách, nalezených v různých tkáních savců. Účinky těchto bioaktivních peptidů jsou četné a rozmanité, ale obecně zahrnují snížení průtoku krve. Mají také účinky na hladké svalstvo a aktivaci adenylát cyklázy (Beck 2005). Adenyl cyklázy jsou enzymy uvolňující, když savci vyžadují energii, vzniká reakce, která má za následek tvorbu cAMP. cAMP podle pořadí aktivuje enzymy včetně těch, které metabolizují sacharidy pro výrobu energie (Steer 1975).

3.10.7.2 *Helospectiny*

Helospectiny jsou přítomny v jedu obou druhů korovců, ale ve větším měřítku u *Heloderma horridum*. Máme dva druhy helospectinu a to helospectin 1 a helospectin 2. Jsou to velmi podobné peptidy, které stimulují uvolňování amylázy ze slinivky břišní. Liší se jen v počtu aminokyselin H1 má 38 a H2 37 (Beck 2005) Zde je sekvence aminokyselin helospectinů H-S-D-A-T-F-T-A-E-Y-S-K-L-L-A-K-L-A-L-Q-K-Y-L-E-S-I-L-G-S-S-T-S-P-R-P-P-S-(S) (Vandermeesters 1987). Helospectin 1 se liší od helospectinu 2 tím, že má delší serinový zbytek na uhlíkovém konci. Je zajímavé, že helospectiny byli imunohistochemicky lokalizovány v různých tkáních lidského těla v rozmezí od horních cest dýchacích po genitálie. Obvykle byli spjaté s nervovým zakončením. V těchto tkáních se objevuje v souvislosti s VIP receptory a může hrát roli při regulaci sekreční aktivity a lokálnímu průtoku krve (Beck 2005).

3.10.7.3 *Helodermin*

Roku 1984 byla objevena kompletní sekvence aminokyselin v heloderminu, který byl izolován z jedu korovce jedovatého (Gila monster). Za tento objev můžeme poděkovat vědeckému týmu Minoru Hoshiniho a ostatním. Byla to vůbec první demonstrace existence sekretinu/VIP souvisejícím s peptidem u zvířete, které není savec ani pták. Tento peptid se ukázal jako základní aminokyselina skládající se z: His-Ser-Asp-Ala-Ile-Phe-Thr-Gln-Gln-Tyr-Ser-Lys-Leu-Leu-Ala-Lys-Leu-Ala-Leu-Gln-Lys-Tyr-Leu-Ala-Ser-Ile-Leu-Gly-Ser-Arg-Thr-Ser-Pro-Pro-Pro-NH₂. Byl také pozorován vysoký stupeň sekvenční podobnosti s VIP, PHI a GRF sekretiny od savců a ptáků. Další zajímavostí ve struktuře heloderminu je jeho sekvence pro terminální uhlík -Pro-Pro-Pro-NH₂ (Hoshino 1984). Objev heloderminu vedl k objevu i dalších peptidů, například pankreatického sekrečního faktoru, který se později ukázal, že patří do stejné skupiny jako fosfolipáza A₂. Ve srovnání s ostatními členy této skupiny, má helodermin neobvykle stabilní sekundární strukturu. Jeho sekundární uspořádání se udržuje ve vodě, což může přispívat k jeho delším fyziologickým účinkům (Beck 2005). Helodermin je z 85% podobný helospectinům, což vysvětluje, že má podobné účinky (Raufman 1996). Helodermin se v lidském těle váže na různé tkáně a jejich receptory. Nachází se hlavně v gastrointestinálním traktu a plicích. Nalezneme ho ale i na

rakovinotvorných buňkách prsu. Také bylo dokázáno, že inhibuje růst a množení rakovinových buněk na plicích. Také inhibuje aktivitu fosfolipázy. Helodermin byl objeven jen v jedu *Heloderma suspectum* (Beck 2005).

3.10.7.4 Exendin-3

Exendin-3 se vyskytuje pouze v jedu *Heloderma horridum*. Struktura exendinu-3 byla analyzována sekvenováním aminokyselin a hmotnostní spektrometrií. Je složen z 39 aminokyselinových peptidů s hmotností 4,2kDa. Jeho kompletní struktura je His-Ser-Asp-Gly-Thr-Phe-Thr-Ser-Asp-Leu-Ser-Lys-Gln-Met-Glu-Glu-Glu-Ala-Val-Arg-Leu-Phe-Ile-Glu-Trp-Leu-Lys-Asn-Gly-Gly-Pro-Ser-Ser-Gly-Ala-Pro-Pro-Pro-Ser-amid (Eng 1990). Exendin-3 zvyšuje hladinu buněčného cAMP a uvolňuje amylázy z dispergovaného acinu v pankreatu. Nízká koncentrace (0,1 až 0,3 nM) způsobila dvanáctinásobné zvýšení cAMP, zatímco vyšší koncentrace (0,3-3 μM) způsobilo dvacetičtyřnásobné zvýšení cAMP (pokus prováděný na morčeti Raufman 1991). Toto vše ukazuje na podobnost s jinými hormony podílejícími se na trávení například glukagonu (48%) a lidského glukagonu, ten je podobný peptidu-1 (GLP-1, 50%) (Beck 2005).

3.10.7.5 Gilatide

Byl objeven v roce 2001 a je to pravý fragment větší molekuly exendinu-4. Tento peptid má schopnost útočit na různé druhy rakoviny. Výzkumy prováděné na krysách dokázaly, že tento peptid vpravený do krys jim zlepšuje paměť, a tím pádem je to kandidát na vytvoření léku proti Alzheimerově chorobě (Pianka 2004). Tento účinek se zdá být zprostředkován pomocí GLP-1 receptory cestou, která nebyla dříve známa a je zapojena do učení a paměti. New York Anonyx, farmaceutická společnost, zkoumá možnosti využití gilatide, aby pomohli lidem, kteří trpí poruchami paměti, jako jsou ty spojené s Alzheimerovou chorobou a deficitem pozornosti/hyperaktivity (Beck 2005).

3.11 Exendin-4

Exendin-4, který byl nalezen jen v jedu korovce jedovatého (Gila monster), je odlišný od exendinu-3 pouhými dvěma aminokyselinami, což naznačuje na menší změny v rodovém peptidu. Exendin-4 vykazuje velkou strukturální homologii, asi 53% s lidským peptidem podobný glukagonu ze skupiny inkretinů. Je to hormon uvolňující se ze střev v reakci na jídlo. GLP-1 (glucagon like peptide-1 – glukagon podobný peptidu) stimuluje uvolňování inzulínu a mírní hladinu glukózy v krvi, tyto rysy vědce zajímali kuli tomu, že mají potenciál na léčbu cukrovky druhého typu (Aramadhaka 2013). V krvi GLP-1 má krátký poločas rozpadu, a proto musí být podávána častěji k udržení správné hladiny inzulínu v krvi. Na druhou stranu exendin-4 aktivuje stejný receptor jako GLP-1, ale jak se ukazuje je účinnější při uvolňování inzulínu. Krom toho exendin-4 má delší biologický účinek než GLP-1. Amylin Pharmaceuticals, Inc., vyvinula syntetický exendin-4, který snižuje hladinu glukózy v plazmě na normální hodnotu u lidí s cukrovkou druhého typu, a to bez vyvolání hypoglykemie. U zdravých dobrovolníků exendin-4 způsobuje snížení hladiny glukózy v plazmě tím, že se prodlužuje vyprázdnění žaludku a snížením kalorického příjmu. Tyto vlastnosti jsou pohonem pro exendin-4 a jeho využití ve farmakologii a výzkumu pro léčbu diabetu. Ve Spojených státech, v dospělosti trpí většina cukrovkářů ze sedmnácti milionů právě cukrovkou druhého typu. Perspektiva Exendinu-4, nebo její obchodní pojmenování exenatid (AC 2993), byl v roce 2005 ve 3. fázi vývoje pro použití v léčbě lidského diabetu. Eli Lilly & Company uzavřeli smlouvu ve výši 325 milionů dolarů s Amilin Pharmaceuticals za práva na rozvoj a prodej na trhu této syntetické látky, a to v roce 2002 (Beck 2005).

3.12 Kousnutí a první pomoc

3.12.1 Kousnutí

Příznaky kousnutí mohou být například otoky, záněty lymfatických cest a lymfadenitida. Projevy tohoto jedu jsou mírné a nespecifické. Patří mezi ně například slabost, mdloby, závratě a pocení. To jsou příznaky, které se vyskytují často. Ty méně časté mohou být nevolnost, zvracení a šok. Vzácně se může objevit trombocytopenie. Byli pozorovány i anafylaktické šoky a také infarkt myokardu (Bou-Abboud 1988).

Je známo hodně případů, kde byla oběť kousnuta korovcem. Nejvíce pak u zvířat, ale i člověka (Beck 2005). Zde je jeden případ pokousání, který se stal 23letému herpetologovi. Byl pokousán korovcem jedovatým, když ho zrovna odchytil u jezera Mead v Nevadě. Rána se nacházela na jeho levém předloktí. Ještěr byl zakousnut přibližně minutu a půl a byl odstraněn dvěma kousky železa, které byly použity jako páčidlo. Poraněný byl dovezen do University Medical Center of South Nevada v Las Vegas dvě hodiny po pokousání.

Pacient při vyšetření byl při vědomí, orientovaný, ale stěžoval si na závratě a bolesti levého předloktí. Krevní tlak měl 76/54, tepová frekvence dosáhla 140 tepů za minutu a nádechů za minutu bylo 18. Poslech srdce a plic byl v normálu. Zranění bylo kruhové o průměru 4 centimetrů a tvořeno dvanácti zuby. Oblast kousnutí byla velmi měkká, podlitá a tvořili se otoky. Pacient neměl potíže s dechem ani bolesti na hrudi. Pacient byl okamžitě umístěn do Trendelenburgovy polohy a intravenózně mu byla podávána infuze fyziologického roztoku o objemu 1000 ml a k tomu dostával ještě 250 ml 5% dextrózy rozpuštěné ve vodě (Bou-Abboud 1988).

Je znám i případ pokousání u čtyřiceti letého muže. Byl pokousán do ruky korovcem mexickým. Pacient trpěl lokální bolestí, závratěmi, zvracením a pocením. Po příjezdu do nemocnice byl letargický a měl silné bolesti s výrazným otokem rtů, jazyka a ruky v místě kousnutí. Krevní tlak byl 110/63, pulz měl 60 tepů za minutu. Byl mu podáván fyziologický roztok, difenhydramin, methylprednisolon, famotidin, ondasetron, morfin a hydromorfon (Cantrell 2003).

3.12.2 První pomoc

Následující kroky jsou doporučovány a ukazují co se má udělat a co rozhodně ne po kousnutí korovcem.

- Prvním krokem je odebrat ještěra co nejrychleji jak je to možné. Čím déle je ještěr zakousnut, tím více jedu je schopen do rány vpravit, a tím pádem

může způsobit vážné problémy. Při lehkém kousnutí, kde je porušena jen kůže, by mělo být možné ještěra odebrat tím, že se opatrně chytne za čelisti a pomalu odtáhne. V případech, kdy jsou čelisti pevně přichycené, musíme na ještěra lít vodu, aby se pustil. Když toto nepomůže, musíme použít kleště nebo jiné nástroje (Beck 2005).

- Druhým krokem je okamžitě si sundat prstýnky, náramky nebo jakékoliv šperky (zahrnující i piercingy). Tyto doplňky mohou přispívat k vytvoření a komplikací s edémem (Beck 2005).
- Ve třetím kroku bychom měli ošetřit ránu. Rána po pokousání může být imobilizovaná. Můžeme použít lehkou látkovou bandáž a s lehkým tlakem přiložit na ránu, abychom zastavili krvácení (Beck 2005).
- Pacient by měla být transportována (jinou osobou) do nemocnice tak rychle, jak jen to půjde, aby neumřel (Beck 2005).
- Toto už vesměs není krok k první pomoci, ale spíše to, co se nemá dělat. V žádném případě nesmíme aplikovat do rány žádné omračující prostředky a látky, co zvedají teplotu těla. Rozhodně ránu nechladíme ledem. Nesmíme používat škrtidla, ani nic takového, a hlavně se nepokoušíme jed vysát (D. Beck 2005).

Jakmile se oběť dostane do nemocnice, měla by být ihned monitorována, hlavně její vitální funkce. Jedním z největších nebezpečí je šok/hypotenzní krize kvůli rychlému poklesu krevního tlaku. Oběť je léčena infuzemi elektrolytů a podávají se jí antioxidační léky. Bolest po kousnutí má největší vrchol za 1 až 2 hodiny po kousnutí, ale může trvat několik dní (Beck 2005).

4 Závěr

Rod korovců zahrnuje dva poddruhy, kteří žijí odděleně, ale stejně jsou si hodně podobní. Oba dva druhy jsou jedovatí a vesměs jsou to naše žijící fosílie. Jejich jed je stále velkou neznámou, i když většinu složek tohoto jedu již známe. Vědci dokázali zatím synteticky vytvořit jen exendin-4 který pomáhá stimulovat inzulin ze slinivky břišní, a tím pomáhá na cukrovku druhého typu. Měli bychom tento druh více zkoumat, protože nám může přinést nové poznatky jak v etologii, tak i v medicíně. Jeho

populace výrazně klesá a nikdo neví proč. Jestli to takto půjde dál, svět bude mít o jednoho jedovatého ještěra méně, a to si dovoluji říct, že by byla škoda.

5 Použitá literatura

5.1 Knihy

Beck, D. D. (2005). *Biology of Gila monsters and beaded lizards* (Vol. 9). Univ of California Press.

Pianka, E. R., King, D., & King, R. A. (2004). *Varanoid lizards of the world*. Indiana University Press.

5.2 Články

- Aramadhaka, L. R., Prorock, A., Dragulev, B., Bao, Y., & Fox, J. W. (2013). Connectivity maps for biosimilar drug discovery in venoms: The case of Gila Monster Venom and the anti-diabetes drug Byetta®. *Toxicon*, 69, 160-167.
- Bogert, C. M., & Martín del Campo, R. (1956). The gila monster and its allies: the relationships, habits, and behavior of the lizards of the family Helodermatidae. *Bulletin of the AMNH*; v. 109, article 1.
- Bou-Abboud, C. F., & Kardassakis, D. G. (1988). Acute myocardial infarction following a gila monster (*Heloderma suspectum cinctum*) bite. *Western Journal of Medicine*, 148(5), 577.
- Cantrell, FL (2003) Envenomation by the Mexican beaded lizard: A case report MARCEL DEKKER INC, 270 MADISON AVE, NEW YORK, NY 10016 USA. 2003, 241-244. DOI: 10.1081/CLT-120021105
- Cooke, E., & Loeb, L. (1913). General properties and actions of the venom of *Heloderma*, and experiments in immunization. *The Venom of Heloderma, Publ*, (177), 49-95.
- Cope, E. D. (1869). Diagnosis of *Heloderma suspectum*. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 21(5).
- Eng, J., Andrews, P. C., Kleinman, W. A., Singh, L., & Raufman, J. P. (1990). Purification and structure of exendin-3, a new pancreatic secretagogue isolated from *Heloderma horridum* venom. *Journal of Biological Chemistry*, 265(33), 20259-20262.
- Eng, J., Kleinman, W. A., Singh, L., Singh, G., & Raufman, J. P. (1992). Isolation and characterization of exendin-4, an exendin-3 analogue, from *Heloderma suspectum* venom. Further evidence for an exendin receptor on dispersed acini from guinea pig pancreas. *Journal of Biological Chemistry*, 267(11), 7402-7405.
- Garattini, S., & Valzelli, L. (1965). Serotonin. *Serotonin*.
- Hoshino, M., Yanaihara, C., Hong, Y. M., Kishida, S., Katsumaru, Y., Vandermeers, A., ... & Yanaihara, N. (1984). Primary structure of helodermin, a VIP-secretin-like peptide isolated from Gila monster venom. *FEBS letters*, 178(2), 233-239.

- Komori, Y., Nikai, T., & Sugihara, H. (1988). Purification and characterization of a lethal toxin from the venom of *Heloderma horridum horridum*. *Biochemical and biophysical research communications*, 154(2), 613-619.
- MACKESSY, Stephen P. (2010) Handbook of venoms and toxins of reptiles. Boca Raton: Taylor & Francis, 2010. ISBN 9780849391651.
- Meier, J., & Stocker, K. F. (1995). Biology and distribution of venomous snakes of medical importance and the composition of snake venoms. *Handbook of clinical toxicology of animal venoms and poisons*, 367-412.
- Mochca-Morales, J., Martin, B. M., & Possani, L. D. (1990). Isolation and characterization of helothermine, a novel toxin from *Heloderma horridum horridum* (Mexican beaded lizard) venom. *Toxicon*, 28(3), 299-309.
- Raufman, J. P., Singh, L., & Eng, J. (1991). Exendin-3, a novel peptide from *Heloderma horridum* venom, interacts with vasoactive intestinal peptide receptors and a newly described receptor on dispersed acini from guinea pig pancreas. Description of exendin-3 (9-39) amide, a specific exendin receptor antagonist. *Journal of Biological Chemistry*, 266(5), 2897-2902.
- Raufman, J. P., Lin, J., & Raffaniello, R. D. (1996). Calcineurin Mediates Calcium-induced Potentiation of Adenylyl Cyclase Activity in Dispersed Chief Cells from Guinea Pig Stomach FURTHER EVIDENCE FOR CROSS-TALK BETWEEN SIGNAL TRANSDUCTION PATHWAYS THAT REGULATE PEPSINOGEN SECRETION. *Journal of Biological Chemistry*, 271(33), 19877-19882
- Sanggaard, K. W., Dyrland, T. F., Thomsen, L. R., Nielsen, T. A., Brøndum, L., Wang, T., ... & Enghild, J. J. (2015). Characterization of the gila monster (*Heloderma suspectum suspectum*) venom proteome. *Journal of proteomics*, 117, 1-11.
- Stahnke, H. L. (1950). The food of the Gila monster. *Herpetologica*, 6(4), 103-106.
- Steer, M L. "Adenyl Cyclase." *Annals of Surgery* 182.5 (1975): 603–609. Print.
- Tu, A. T., & Hendon, R. R. (1983). Characterization of lizard venom hyaluronidase and evidence for its action as a spreading factor. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 76(2), 377-383.
- Tu, A. T. (2000). Lethal toxins of lizard venoms that possess kallikrein-like activity.

Utainsincharoen, P. O. N. G. S. A. K., Mackessy, S. P., Miller, R. A., & Tu, A. T. (1993). Complete primary structure and biochemical properties of gilatoxin, a serine protease with kallikrein-like and angiotensin-degrading activities. *Journal of Biological Chemistry*, 268(29), 21975-21983.

VANDERMEEERS, A., Gourlet, P., VANDERMEEERS-PIRET, M. C., Cauvin, A., NEEF, P., Rathe, J., ... & Christophe, J. (1987). Chemical, immunological and biological properties of peptides like vasoactive-intestinal-peptide and peptide-histidine-isoleucinamide extracted from the venom of two lizards (*Heloderma horridum* and *Heloderma suspectum*). *The FEBS Journal*, 164(2), 321-327.

5.3 Internetové zdroje

Dr. Hans-Joachim Schwandt, Programming up to 2008 / Nov.: Julian Wölfinger online: <http://www.heloderma.net>

Ariano-Sánchez, D., Muñoz-Alons, A., Marquez, L.C. & Acevedo, M. 2014. *Heloderma horridum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T9864A3152367. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T9864A3152367.en>. Downloaded on 07 April 2017.

Dr. Hans-Joachim Schwandt, Programming up to 2008 / Nov.: Julian Wölfinger online: <http://www.heloderma.net>

Hammerson, G.A., Frost, D.R. & Gadsden, H. 2007. *Heloderma suspectum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T9865A13022716. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T9865A13022716.en>. Downloaded on 07 April 2017.

Stephan L. Angeli 2011. *HorridumAngeli* Reptiles 2001: <http://www.helodermahorridum.com>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=8549>.

5.4 Obrázky

© The IUCN Red List of Threatened Species: *Heloderma horridum* – published in 2014.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T9864A3152367.en>

© The IUCN Red List of Threatened Species: *Heloderma suspectum* – published in 2007. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T9865A13022716.en>

Ostatní obrázky převzaty z knihy Beck, D. D. (2005). *Biology of Gila monsters and beaded lizards* (Vol. 9). Univ of California Press.