REVIEW

TRIBULUS TERRESTRIS – DISKUTOVANÉ FYTOFARMAKUM

Tribulus terrestris – discussed phytopharmacon

Zdeňka Navrátilová¹, Jiří Patočka²

¹Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra botaniky

²Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, katedra radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

Summary

Tribulus terrestris (caltrop) is a flowering plant of the family *Zygophyllaceae*, native to subtropical and tropical regions of the Old World, in Southern Europe, Southern Asia, throughout Africa, and Australia. *Tribulus terrestris* has been long used in the traditional Chinese and Indian medicine for the treatment of various ailments and is popular for the improvement of sexual functions in a human. Lately, it's one of the most discussed herbs. Studies on the active substances of *Tribulus terrestris* led to the isolation of many biologically active compounds: steroidal saponins of furostanol and spirostanol type, flavonoids and phytosterols, alkaloids, organic acids, amino acids and carbohydrates.

It has been proved that the active substances exhibit antimicrobial, antioxidant, diuretic, hypotensive and antidiabetic activity. All the tests have also shown that biologically active substances exhibit significant effects on the reproductive system. They increase libido in both men and women, increase sperm production and erection, also increase level of sex hormones – testosterone, dehydroepiandrosterone, dihydrotestosterone, dehydroepiandrosterone sulphate and luteinizing hormone. In animals this plant increases mating frequency and shortens the interval between ejaculations. These positive effects on the reproductive system were verified in a large number of animal studies, there are not many human studies, though they also confirm these effects. *Tribulus* is not very poisonous plant, but it is not completely safe. Experiments have shown that it causes liver and kidney damage in rats and also shows neurotoxicity.

Key words: *Tribulus terrestris* – phytopharmacon – ethnobotany – pharmacology – toxicology – reproductive system

Souhrn

Tribulus terrestris (kotvičník zemní) je kvetoucí rostlina z čeledi *Zygophyllaceae* (kacibovitě), domácí v subtropických a tropických oblastech Starého světa, v jižní Evropě, jižní Asii, v celé Africe a Austrálii. *Tribulus terrestris* se již dlouho používá v tradiční čínské a indické medicíně k léčbě různých onemocnění a je populární tím, že zlepšuje sexuální funkce u člověka. V poslední době je to jedna z nejvíce diskutovaných bylin. Studium účinných látek kotvičníku vedlo k izolaci mnoha biologicky aktivních látek: steroidních saponinů furostanolového a spirostanolového typu, flavonoidů a fytosterolů, alkaloidů, organických kyselin, aminokyselin a sacharidů.

Submitted: 2013-03-10 • Accepted: 2013-07-20 • Published online: 2013-12-20

KONTAKT: XV/4: 470–477 • ISSN 1212-4117 (Print) • ISSN 1804-7122 (Online)

Bylo prokázáno, že účinné látky vykazují antimikrobiální, antioxidační, diuretické, hypotenzivní a antidiabetické účinky. Všechny testy také prokázaly, že biologicky aktivní látky vykazují významný vliv na reprodukční systém. Zvyšují libido u mužů i žen, zlepšují produkci spermií a erekci a také zvyšují hladinu pohlavních hormonů – testosteronu, dehydroepiandrosteronu, dihydrotestosteronu, dehydroepiandrosteron sulfátu a luteinizačního hormonu. Je-li rostlina použita u zvířat, zvyšuje frekvenci páření a zkracuje intervaly mezi ejakulacemi. Příznivé účinky na reprodukční systém byly ověřeny v řadě studií na zvířatech, studií u lidí není mnoho, ale také potvrzují tyto účinky. Kotvičník není příliš jedovatá rostlina, ale není také úplně bezpečná. Experimenty ukázaly, že u potkanů způsobuje poškození jater a ledvin a také vykazuje neurotoxicitu.

Klíčová slova: kotvičník zemní – fytofarmakum – etnobotanika – farmakologie – toxikologie – reprodukční systém

ÚVOD

O málokteré rostlině je na internetu tolik informací jako o kotvičníku zemním. V poslední době je to jedna z nejdiskutovanějších bylin. Rostlina je zařazována mezi afrodisiaka [1], tedy mezi rostliny, které zvyšují sexuální aktivitu, což je hlavní důvod zájmu o tuto rostlinu. Často bývá označována jako „rostlinná viagra“. Zájem o tuto léčivku projevují ve stále větší míře i univerzitní pracoviště a výzkumné laboratoře farmaceutických firem. Ke konci února 2013 bylo jen v databázi medicínských publikací PubMed 242 článků věnovaných kotvičníku.

Botanická charakteristika

Tribulus terrestris L. (kotvičník zemní, obr. 1) je jednoletá bylina z čeledi *Zygophyllaceae* (kacibovitě), známá je také pod synonymem *Tribulus lanuginosus* L. Rostliny mají poléhavé větvené lodyhy a vstřícné lichozpeřené listy, v paždí listenů vyrůstají stopkaté žluté pětičetné květy. Plod je ostnitý, zploštělé kulovitý, 0,8–1,5 cm velký, za zralosti se rozpadá na 5 trojbokých plůdků, které obsahují 2–5 semen [3, 4].

Rostliny rostou na ruderalních stanovištích na lehkých sypkých půdách s nezapojenou vegetací. Kotvičník je původní pravděpodobně ve Středozeemí a na Blízkém východě, v současné době je rozšířen v polopouštních oblastech v Asii, Africe, Austrálii a Brazílii. Do ČR je pouze vzácně zavlekán, nejčastěji na překladová nádraží (Praha-Smíchov, Praha-Žižkov), ale poměrně běžně ho můžeme najít již na písčinách na jižním Slovensku [3].

Rostlina poskytuje drogu *Tribuli terrestris fructus*, která je tvořena sušenými plody kotvičníku zbavenými ostnů. Droga má hořkou a pálivou

chut'. Denně se užívá 6–10(–15) g drogy. Plody kotvičníku se tradičně využívají ve formě odvaru nebo nálevu. Někdy se používá i další druh kotvičníku, *Tribulus cistoides* L. [5, 6].

Etnobotanika

Latinské jméno *Tribulus* pochází pravděpodobně z řeckých slov tri = tři a belos = jehla, hrot. Slovem tribolos byl označován plod kotvice plovoucí (*Trapa natans*) neboli vodní kaštan, který má charakteristický trojboký tvar s růžkatými výrůstky. Toto slovo však Theophrastos ve svém díle *Historia Plantarum* použil i pro kotvičník a přeneseně tak byla nazývána i pichlavá rostlina či bodlák. Tento význam mělo i slovo tribulus či tribolus ve starověké latině. Slovem tribolos a tribulus byly ale ve starověku nazývány i zbraně, kterým se česky říká náslapný ježek – kovové ostnité předměty se čtyřmi hroty, které se házejí do cesty lidem, koním či vozidlům a zabraňují tak jejich průchodu. Inspirací pro tyto jednoduché, ale velmi účinné zbraně byly právě plody kotvice. Anglický název pro tyto ježky je caltrop a tímto slovem je označován i kotvičník, zatímco kotvice je nazývána water caltrop [7, 8, 9, 10]. Na základě určité podobnosti s plody kotvice vznikl i český název kotvičník.

Kotvičník má důležité postavení v tradiční čínské a ájurvédské medicíně. Pod jmény Bai Ji Li, resp. Gokshura se používá zejména jako tonikum, afrodisiakum a diuretikum, dále k léčbě bolesti, hypertenze, nepravidelné menstruace, neplodnosti, infekcí, močových kamenů, pálení a slzení očí a kožních onemocnění. Kotvičník se často používá ve směsi s dalšími bylinami. Kromě plodů se používá také nať a kořen kotvičníku [5, 11, 12].

Obr. 1 – *Tribulus terrestris* [2]

Obsahové látky

Rostliny obsahují řadu biologicky aktivních látek, z nichž nejdůležitější jsou steroidní saponiny furostanolového a v menším množství i spirostanolového typu, flavonoidy a fytosteroly. V jednotlivých částech rostliny (plody, listy, květy) i v různých geografických populacích kotvičníku existuje různé zastoupení obsahových látek. Ze saponinů byly zjištěny diosgenin, gitogenin, neogitogenin, tigogenin, chlorogenin, ruscogenin, protodioscin, hecogenin, neohecogenin, tribulosin, tribestin, prototribestin, terrestriamid, sarsapogenin a furostanol glykosid C, z flavonoidů a glykosidů pak kaempferol, kaempferol-3-glukosid, kaempferol-3-rutinosid, kaempferol-3-gentiobiosid, kaempferol-3-p-kumaroylglukosid, tribulosid, isorhamnetin-3-glukosid, isorhamnetin-3-gentiobiosid, isorhamnetin-3-gentiobiosid-7-glukosid, isorhamnetin-3-rutinosid, isorhamnetin-3,7-diglukosid, isorhamnetin-3-p-kumaroylglukosid, kvercetin-3-glukosid, kvercetin-3-gentiobiosi-

d-7-glukosid, kvercetin-3-gentiobiosid, isorhamnetin-3-rutinosid a isorhamnetin-3,7-diglukosid, z fytosterolů β -sitosterol, stigmasterol a kampesterol. Z dalších látek jsou zastoupeny alkaloidy β -karbolinového typu (harman, norharman, harmol, tribulusterin, perlolyrin), deriváty kys. skořicové (terestriamid), lignany, mastné kyseliny (kys. palmitová, stearová, olejová, linoleová), aminokyseliny a sacharidy [5, 13, 14, 15, 16].

Léčivé účinky

Naprostá většina farmakologických, toxikologických a léčivých účinků kotvičníku byla získána v preklinických experimentech na laboratorních zvířatech.

Antimikrobiální účinek

In vitro byl zjištěn antibakteriální účinek plodů, listů a natě kotvičníku proti bakteriím *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* a *Pseudomonas aeruginosa*. Tyto výsledky

podporují tradiční používání kotvičnicku k léčbě močových infekcí [17]. V dalším experimentu byl zjištěn antibakteriální a antifungální účinek kotvičnicku proti *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* a *Candida albicans*. Nejvyšší antimikrobiální účinek byl zaznamenán proti *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *Proteus vulgaris*, *Corynebacterium diphtheriae* a *Candida albicans*, lišila se však účinnost extraktů z rostlin sbíraných v různých geografických oblastech. Studium obsahových látek kotvičnicku může vést k vývoji nových léčiv proti patogenním mikroorganismům [11]. Extrakt z kotvičnicku působil i proti dalším druhům patogenních kvasinek [18]. Slibné jsou i výsledky další studie, kde byl srovnáván antibakteriální a antifungální účinek různých extraktů z kotvičnicku a piperacillinu či gentamicinu proti různým druhům patogenních mikroorganismů. Extrakty z kotvičnicku vykazovaly silný antimikrobiální účinek, jejich účinnost se však výrazně lišila podle použitého rozpouštědla, ovlivňujícího složení směsi extrahovaných látek [19].

Antioxidační účinek

Antioxidační účinek kotvičnicku byl zkoumán *in vitro* za použití testů DPPH, ABST, FRAP a inhibice lipoperoxidace kys. linoleové metodou FTC, efekt byl srovnáván s butylhydroxytoluenem (BHT) jako pozitivní kontrolou. Použit byl bulharský přípravek Tribestan, který obsahuje standardizovaný extrakt z kotvičnicku. Přípravek vykazoval signifikantní antioxidační účinek, a to silnější než u BHT. Za antioxidační účinky zodpovídají zejména flavonoidy a polyfenolické látky. V testu DPPH byla zjištěna pozitivní korelace mezi obsahem fenolických látek a antioxidačním účinkem [20].

Testován byl také účinek proti oxidativnímu stresu. V experimentu na potkanech byl zvířatům podáván ethylenglykol jako látka, která zvyšuje množství oxalátů v moči a hladinu kreatininu, kys. močové a BUN (blood urea nitrogen – dusík močoviny) v krvi. Při současném podávání extraktu z kotvičnicku došlo k signifikantnímu snížení exkrece oxalátů, vápníku a fosfátů a k redukci zánětu a poškození tkáně ledvin [21]. Kotvičnick také chrání organismus

před poškozením jater, ledvin a varlat peroxidací vyvolanou kadmíem. Vhodná je kombinace s vitamínem E [22, 23].

V experimentu na okounovcích mosambických (*Oreochromis mossambicus*) byl zjištěn ochranný účinek kotvičnicku proti toxickému působení acetaminofenu (paracetamolu). Paracetamol byl podáván v dávce 500 mg/kg, extrakt z kotvičnicku 250 mg/kg. Extrakt z kotvičnicku chránil játra před oxidativním poškozením a normalizoval hladinu antioxidačních enzymů [24].

Diuretický účinek

V experimentu na potkanech byl zjišťován diuretický účinek kotvičnicku. Zvířatům byl podáván přípravek Unex, který obsahuje extrakt z kotvičnicku v kombinaci s *Boerhaavia diffusa*, v dávce 600 či 800 mg/kg. Účinek byl srovnáván s furosemidem jako standardem (20 mg/kg). Přípravek Unex signifikantně zvyšoval tvorbu moči a koncentraci Na^+ , K^+ a Cl^- v moči. Výsledek podporuje užívání tohoto přípravku jako diuretika [25]. V dalším experimentu byl zjištěn také preventivní účinek proti tvorbě močových kamenů vyvolané podáváním ethylenglykolu [26].

V experimentu na potkanech byl studován diuretický účinek kotvičnicku a kukuřice (*Zea mays*), efekt byl srovnáván s furosemidem. Extrakt z kotvičnicku podaný perorálně v dávce 5 g/kg signifikantně zvyšoval tvorbu moči a koncentraci Na^+ , K^+ a Cl^- v moči [27].

Antidiabetický účinek

V experimentu na potkanech s diabetem vyvolaném streptozocinem byl zvířatům podáván extrakt z kotvičnicku *Tribulus terrestris* a *Tribulus alatus*, účinek byl srovnáván s glibenclamidem jako standardem. Kotvičnick signifikantně snižoval hladinu glukózy a glykovaného hemoglobinu v krvi, snižoval také hladinu celkového cholesterolu, triglyceridů a LDL-cholesterolu. Účinek *Tribulus alatus* byl silnější než u *T. terrestris*, při jeho podávání došlo dokonce k částečnému napravení poškození β -buněk pankreatu. Nevýhodou podávání *T. alatus* bylo snížení hladiny HDL-cholesterolu v krvi, zatímco při podávání *T. terrestris* došlo k jejímu zvýšení [28]. V experimentu na myších s diabetem vyvolaném podáváním alloxanu snižoval extrakt z kotvičnicku hladinu glukózy v krvi a také hladinu triglyceri-

ďů a cholesterolu. Došlo také ke zvýšení aktivity superoxid dismutázy [29].

Hypotenzivní účinek

Kotvičnick se v tradiční medicíně používá také k léčbě hypertenze, ale dlouho nebyl znám mechanismus tohoto účinku. V experimentu na 2K1C potkanech s hypertenzí bylo zjištěno, že extrakt z kotvičnicku snižuje aktivitu ACE (angiotenzin konvertující enzym) v aortě, srdci, plicích a zejména v ledvinách a tím způsobuje snížení krevního tlaku [30]. Inhibice aktivity ACE kotvičnickem byla zjištěna i *in vitro* [31].

Kromě toho kotvičnick zvyšuje uvolňování NO z endoteliálních buněk a nitroergních nervových zakončení a uvolňuje hladkou svalovinu cév, což také vede ke snížení krevního tlaku [32, 33].

Účinky na reprodukční systém

K nejatraktivnějším účinkům kotvičnicku patří bezesporu jeho vliv na reprodukční systém a jeho funkce. Rostlina dokonce bývá nazývána rostlinná viagra. Kotvičnick zvyšuje libido u mužů i žen, zvyšuje erekci a tvorbu spermií, zvyšuje také hladinu pohlavních hormonů – testosteronu, dehydroepiandrosteronu, dihydrotestosteronu, dehydroepiandrosteron sulfátu a luteinizačního hormonu. Při jeho užívání dochází u zvířat ke zvýšení frekvence páření a zkrácení intervalu mezi jednotlivými ejakulacemi. Účinky kotvičnicku na reprodukční systém byly ověřeny ve velkém množství studií na zvířatech; studií na lidech není mnoho, ale také potvrzují tyto účinky. Kotvičnick se používá i na podporu růstu svalů. Účinky na reprodukční systém jsou zprostředkovány především obsahem steroidních saponinů v rostlině (zejména protodioscinu) a jejich androgenním účinkem a také antioxidačním působením kotvičnicku [34, 35, 36].

V experimentu na kastrovaných samcích potkanů byl účinek kotvičnicku srovnáván s testosteronem. Přestože účinek testosteronu byl silnější, u kastrovaných potkanů došlo po podávání kotvičnicku k signifikantnímu zvýšení hmotnosti prostaty a zvýšení intrakavernózního tlaku v penisu. Kotvičnick také mírně zvyšoval frekvenci páření a zkracoval interval mezi ejakulacemi [37].

V další studii na kastrovaných potkanech byl srovnáván účinek kotvičnicku a sildenafilu. Úči-

nek kotvičnicku byl slabší než u sildenafilu, ale po jeho podávání došlo také k ovlivnění sexuálního chování a zvýšení erekce a hladiny testosteronu. Kotvičnick je tedy možné využít k léčbě erektilní dysfunkce [38].

In vitro byl zkoumán účinek extraktu z kotvičnicku na kavernózní tkáň králíka. Extrakt byl králíkům podáván po dobu 8 týdnů, poté byla zkoumána kontraktilita izolované tkáně z penisu. Extrakt z kotvičnicku zde měl proerektilní účinek, mechanismem působení bylo pravděpodobně zvýšení produkce NO z endoteliálních buněk a nitroergních nervových zakončení [33].

V experimentu na primátech, králících a potkanech byla zkoumána účinnost kotvičnicku v terapii erektilní dysfunkce. Po jeho podávání došlo k vzestupu hladiny pohlavních hormonů v krvi. Kotvičnick by tak mohl najít využití v léčbě lehčích případů erektilní dysfunkce a představovat tak účinnou přírodní alternativu syntetických látek [39].

Významné je také ovlivnění množství a motility spermií v ejakulátu. V experimentu na potkanech došlo po podávání extraktu z kotvičnicku v dávce 10 mg/kg ke zvýšení počtu primárních spermatocytů ve varlatech, nižší dávka nebyla účinná. Tohoto vlivu je možné využít při léčbě mužské neplodnosti [40].

V experimentu na mláďatech potkanů byl zvířatům podáván extrakt z kotvičnicku. Ve srovnání s kontrolní skupinou měla zvířata vyšší tělesnou hmotnost a vyšší hmotnost varlat. Došlo také ke zvýšení průměru semenotvorných kanálků a urychlení spermatogeneze [41].

Zvýšení počtu Leydigových buněk ve varlatech a zvýšení produkce spermií po podávání kotvičnicku bylo pozorováno u myši [42].

V experimentu na samicích potkanů, u kterých byl estradiol valerátem vyvolán syndrom polycystických ovarií (PCO), byl zvířatům podáván extrakt z kotvičnicku v dávce 5 či 10 mg/kg. U syndromu PCO dochází ke vzniku drobných cyst ve vaječnících, což je způsobeno tím, že se z nich neuvolňují folikuly. U zvířat léčených kotvičnickem došlo ke zvýšení počtu *corpora lutea* (žlutých tělísek) a primárních a sekundárních folikulů a ke snížení počtu cyst ve vaječnících, což bylo způsobeno luteinizačním a gonadotropním účinkem kotvičnicku. Extrakt je tedy možné využít jako alternativu k léčbě cyst ve vaječnících [43].

Zajímavý je účinek kotvičnicku na poměr pohlaví u živorodky širokoploutvé (*Poecilia latipinna*). Je známo, že u některých ryb může během života docházet ke změně pohlaví. Tento fakt se může uplatnit komerčně, samci totiž rostou rychleji a mají vyšší komerční hodnotu a prostřednictvím změny pohlaví lze také v populaci regulovat reprodukci. Ryby je možné maskulinizovat podáváním syntetických hormonů. Kotvičnick může představovat ekologičtější alternativu této metody, protože po jeho aplikaci dochází v závislosti na dávce také k maskulinizaci. Za účinek zodpovídá zejména protodioscin [44]. Stejný účinek byl pozorován i u známé akvarijní rybky živorodky duhové (*Poecilia reticulata*, paví očko) [45].

Toxicita a vedlejší účinky

LD₅₀ u potkanů a myši představuje více než 10 g/kg suché drogy, jde tedy o málo toxickou rostlinu. Po podávání 75–300 mg/kg kotvičnicku potkanům po dobu 30 či 90 dnů či 75 mg psům po dobu 180 dnů nebyla zaznamenána letalita ani změny v chování či biochemických parametrech. Při podávání 50 a 150 mg/kg potkanům po dobu 93 týdnů nebyla zjištěna karcinogenita [46]. Podle jiných údajů však kotvičnick vyvolával u potkanů poškození jater a ledvin a také působil neurotoxicky [47, 48].

Z nežádoucích účinků se kvůli obsahu saponinů objevuje nejčastěji podráždění žaludeční sliznice. Při předávkování kotvičnickem se objevuje ospalost, závratě, nevolnost, zvracení, palpitace, zrychlené dýchání a cyanóza, ve vážných případech pak edém plic a respirační selhání. Zaznamenány byly také alergické kožní reakce a fotosenzitizace [4, 5].

Experimentálně byla pozorována intoxikace kotvičnickem u ovcí. Zvířata byla krmena senem obsahujícím 80 % kotvičnicku a 20 % vojtěšky. Jedenáctý den byla pozorována výrazná he-

patogenní fotosenzitivita, která se projevovala tvorbou krust na čenichu, uších a očních víčkách, zánětem spojivek, snížením tělesné váhy a žloutenkou. Laboratorně byly zjištěny změny v počtu bílých krvinek a v hladině bilirubinu, kreatininu a jaterních enzymů v krvi. Histologicky bylo zjištěno poškození tkáně jater a ledvin a srdečního svalu [49].

Užívání kotvičnicku během těhotenství a kojení se nedoporučuje, přestože teratogenní účinek u člověka nebyl zaznamenán. Přesto se kotvičnick v tradiční medicíně někdy používá ke zvýšení tvorby mateřského mléka. Užívání kotvičnicku není vhodné u osob trpících celiakií či malabsorpcí tuků a nedostatkem vitamínu A, D, E a K [4, 5, 46].

Přestože podle většiny údajů patří kotvičnick mezi bezpečná léčiva, zaznamenáno bylo poškození jater a ledvin a neurotoxický účinek při jeho užívání. Pacient (28 let) užíval kotvičnick preventivně proti tvorbě ledvinových kamenů, po dvou dnech užívání se objevily křeče a výrazné zvýšení hladiny kreatininu a aminotransferáz v krevním séru. Po přerušení užívání došlo k odeznění symptomů a normalizaci hladiny jaterních enzymů. Při užívání kotvičnicku je tedy třeba opatrnosti [48].

ZÁVĚR

Kotvičnick zemní patří v současnosti mezi hojně používané léčivé rostliny, středem pozornosti jsou zejména jeho účinky na reprodukční systém. Velké množství studií na zvířatech tyto účinky potvrzuje, objevily se však i zprávy o jeho toxicitě. V tomto ohledu je potřeba další výzkum.

Poděkování

Článek byl vytvořen v rámci projektu EPZ2012_003 ZSF JU v Českých Budějovicích.

LITERATURA

- [1] Singh S, Nair V, Gupta YK. Evaluation of the aphrodisiac activity of *Tribulus terrestris* Linn. in sexually sluggish male albino rats. J Pharmacol Pharmacother. 2012;3(1):43–7.
- [2] Wight R. Icones Plantarum Indiae Orientalis; 1846, vol. 1. [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: http://botanicalillustrations.org/illustration.php?id_illustration=129616
- [3] Hroudá L. *Tribulus* L. In: Slavík B (ed.). Květena ČR 5. Academia Praha; 1997, 568 s.

- [4] WHO (World Health Organization). WHO Monographs on Selected Medicinal Plants Vol. 4. WHO; 2009, 444 p.
- [5] Bensky D, Clavey S, Stoger E (eds.). Chinese Herbal Medicine: Materia Medica 3rd ed. Eastland Press; 2004, 1311 p.
- [6] Wu J-N. An Illustrated Chinese Materia Medica. Oxford University Press New York; 2005, 706 p.
- [7] Liddell HG, Scott R. A Greek-English Lexicon. Revised and Augmented by Jones HS, McKenzie R. Clarendon Press Oxford; 1940, 2042 p.
- [8] Pražák JM, Novotný F, Sedláček J. Latinsko-český slovník. Česká grafická unie Praha; 1948, 1425 s.
- [9] Hais K, Hodek B. Velký anglicko-český slovník I. A-E. Academia Praha; 1991.
- [10] Žákovský P. Nášlapný ježek. Příspěvek k poznání jedné opomíjené středověké a raně novověké military. SPFFMU. M. 2009;12–13(1):115–132.
- [11] Al-Bayati FA, Al-Mola HF. Antibacterial and antifungal activities of different parts of *Tribulus terrestris* L. growing in Iraq. J Zhejiang Univ Sci B. 2008;9(2):154–9.
- [12] Hempen C-H. A Materia Medica for Chinese Medicine: Plants, Minerals and Animal Products. Churchill Livingstone, Elsevier Munich; 2009, 1016 p.
- [13] Ukani MD, Nanavati DD, Mehta NK. A review on the ayurvedic herb *Tribulus terrestris* L. Anc Sci Life. 1997;17(2):144–50.
- [14] Wu T-S, Shi L-S, Kuo S-C. Alkaloids and other constituents from *Tribulus terrestris*. Phytochemistry. 1999;50(8):1411–15.
- [15] Bremner J, Sengpracha W, Southwell I, Bourke C, Skelton B, White A. The Alkaloids of *Tribulus terrestris*: A Revised Structure for the Alkaloid Tribulusterine. Acta Hort. 2005;677:11–17.
- [16] Khan IA, Abourashed EA. Leung's Encyclopedia of Common Natural Ingredients: Used in Food, Drugs and Cosmetics 3rd ed. Wiley Hoboken, New Jersey; 2009, 810 p.
- [17] Kianbakht S, Jahaniani F. Evaluation of Antibacterial Activity of *Tribulus terrestris* L. Growing in Iran. IJPT. 2003;2(1):22–4.
- [18] Zhang JD, Xu Z, Cao YB, Chen HS, Yan L, An MM, et al. Antifungal activities and action mechanisms of compounds from *Tribulus terrestris* L. J Ethnopharmacol. 2006;103(1):76–84.
- [19] Hussain I, Khan FA, Khan H, Rehman S, Badrullah. Antimicrobial, Phytochemical and Fluorescence Studies on *Tribulus terrestris*. JPR. 2011;4(5):1556–8.
- [20] Zheleva-Dimitrova D, Obreshkova D, Nedialkov P. Antioxidant activity of *Tribulus terrestris* – a natural product in infertility therapy. Int J Pharm Pharm Sci. 2012;4(4):508–11.
- [21] Kamboj P, Aggarwal M, Puri S, Singla SK. Effect of aqueous extract of *Tribulus terrestris* on oxalate-induced oxidative stress in rats. Indian J Nephrol. 2011;21(3):154–9.
- [22] Rajendar B, Bharavi K, Rao GS, Kishore PV, Kumar PR, Kumar CS, Patel TP. Protective effect of an aphrodisiac herb *Tribulus terrestris* Linn on cadmium-induced testicular damage. Indian J Pharmacol. 2011;43(5):568–73.
- [23] Lakshmi GD, Kumar PR, Bharavi K, Annapurna P, Rajendar B, Patel PT, et al. Protective effect of *Tribulus terrestris* Linn on liver and kidney in cadmium intoxicated rats. Indian J Exp Biol. 2012;50(2):141–6.
- [24] Kavitha P, Ramesh R, Bupesh G, Stalin A, Subramanian P. Hepatoprotective activity of *Tribulus terrestris* extract against acetaminophen-induced toxicity in a freshwater fish (*Oreochromis mossambicus*). In Vitro Cell Dev Biol Anim. 2011;47(10):698–706.
- [25] Nalwaya N, Jarald EE, Asghar S, Ahmad S. Diuretic activity of a herbal product UNEX. Int J Green Pharm. 2009;3(3):224–7.
- [26] Jarald EE, Kushwah P, Edwin S, Asghar S, Patni, SA. Effect of Unex on ethylene glycol-induced urolithiasis in rats. Indian J Pharmacol. 2011;43(4):466–8.
- [27] Al-Ali M, Wahbi S, Twaij H, Al-Badr A. *Tribulus terrestris*: preliminary study of its diuretic and contraceptive effects and comparison with *Zea mays*. J Ethnopharmacol. 2003;85(2–3):257–60.
- [28] El-Tantawy WH, Hassanin LA. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of alcoholic extract of *Tribulus alatus* in streptozotocin-induced diabetic rats: a comparative study with *T. terrestris* (Caltrop). Indian J Exp Biol. 2007;45(9):785–90.
- [29] Li M, Qu W, Wang Y, Wan H, Tian C. Hypoglycemic effect of saponin from *Tribulus terrestris*. Zhong Yao Cai. 2002;25(6):420–2. [Article in Chinese]
- [30] Sharifi AM, Darabi R, Akbarloo N. Study of antihypertensive mechanism of *Tribulus terrestris* in 2K1C hypertensive rats: role of tissue ACE activity. Life Sci. 2003;73(23):2963–71.
- [31] Somanadhan B, Varughese G, Palpu P, Sreedharan R, Gudiksen L, Smitt UW, Nyman U. An ethnopharmacological survey for potential angiotensin converting enzyme inhibitors from Indian medicinal plants. J Ethnopharmacol. 1999;65(2):103–12.

- [32] Arcasoy HB, Erenmemisoglu A, Tekol Y, Kurucu S, Kartal M. Effect of *Tribulus terrestris* L. saponin mixture on some smooth muscle preparations: a preliminary study. *Boll Chim Farm.* 1998;137(11):473–5.
- [33] Adaikan PG, Gauthaman K, Prasad RN, Ng SC. Proerectile pharmacological effects of *Tribulus terrestris* extract on the rabbit corpus cavernosum. *Ann Acad Med Singapore.* 2000;29(1):22–6.
- [34] Gauthaman K, Ganesan AP. The hormonal effects of *Tribulus terrestris* and its role in the management of male erectile dysfunction – an evaluation using primates, rabbit and rat. *Phytomedicine.* 2008;15(1–2):44–54.
- [35] Aung HH, Dey L, Rand V, Yuan CS. Alternative therapies for male and female sexual dysfunction. *Am J Chin Med.* 2004;32(2):161–73.
- [36] Kostova I, Dinchev D. Saponins in *Tribulus terrestris* – chemistry and bioactivity. *Phytochem Rev.* 2005;4(2–3):111–37.
- [37] Gauthaman K, Adaikan PG, Prasad RN. Aphrodisiac properties of *Tribulus terrestris* extract (Protodioscin). *Life Sci.* 2002;71(12):1385–96.
- [38] Tyagi RM, Aswar UM, Mohan V, Bodhankar SL, Zambare GN, Thakurdesai PA. Study of Furostenol Glycoside Fraction of *Tribulus terrestris* on Male Sexual Function in Rats. *Pharm Biol.* 2008;46(3):191–8.
- [39] Gauthaman K, Ganesan AP, Prasad RN. Sexual effects of puncturevine (*Tribulus terrestris*) extract (protodioscin): an evaluation using a rat model. *J Altern Complement Med.* 2003;9(2):257–65.
- [40] Karimi Jashni H, Malekzadeh Shiravani S, Hooshmand F. The effect of the *Tribulus terrestris* extract on spermatogenesis in the rat. *JJUMS.* 2102;9(4):7–11.
- [41] Bashir A, Tahir M, Samee W, Munir B. Effect of *Tribulus terrestris* on testicular development of immature albino rats. *Biomedica.* 2009;25(1):63–8.
- [42] Al-Yaver M, Hassan AJ, Haddad FYS, Al-Anee H, Al-Khateeb E. Effects of AL-Qutub (*Tribulus terrestris*) on the Spermatogenesis of the Mouse Testis: Histological, Histochemical and Morphometrical Studies. *J Fac Med Baghdad.* 2008;50(2):246–54.
- [43] Dehghan A, Esfandiari A, Bigdeli SM. Alternative treatment of ovarian cysts with *Tribulus terrestris* extract: a rat model. *Reprod Domest Anim.* 2012;47(1):e12–e15.
- [44] Kavitha P, Subramanian P. Effect of *Tribulus terrestris* on monosex production in *Poecilia latipinna*. *Curr Sci.* 2011;101(1):100–4.
- [45] Cek S, Turan F, Atik E. The effects of Gokshura, *Tribulus terrestris*, on sex reversal of Guppy, *Poecilia reticulata*. *PJBS.* 2007;10(5):718–25.
- [46] Mills S, Bone K. *The Essential Guide to Herbal Safety.* Elsevier Churchill Livingstone; 2005, 684 p.
- [47] Prakash D, Singh PN, Wahi SP. An evaluation of *Tribulus terrestris* Linn (Chota Gokharu). *Indian Drugs.* 1985;22(6):332–3.
- [48] Talasaz AH, Abbasi MR, Abkhiz S, Dashti-Khavidaki S. *Tribulus terrestris*-induced severe nephrotoxicity in a young healthy male. *Nephrol Dial Transplant.* 2010;25(11):3792–3.
- [49] Aslani MR, Movassaghi AR, Mohri M, Pedram M, Abavisani A. Experimental *Tribulus terrestris* poisoning in sheep: clinical, laboratory and pathological findings. *Vet Res Commun.* 2003;27(1):53–62.

✉ **Kontakt:**

Mgr. Zdeňka Navrátilová, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra botaniky, Benátská 2, 128 01 Praha 2
E-mail: navratil@natur.cuni.cz