

ČASOPIS
STUDIA OECOLOGICA
Ročník IX
Číslo 1/2015

Redakční rada:

prof. Ing. Pavel Janoš, CSc. – šéfredaktor
Ing. Martin Neruda, Ph.D. – výkonný redaktor
prof. RNDr. Olga Kontrišová, CSc.
doc. RNDr. Juraj Lesný, Ph.D.
doc. MVDr. Pavel Novák, CSc.
Ing. Jan Popelka, Ph.D.
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.

Technický redaktor:

Mgr. Ing. Petr Novák

Recenzenti:

doc. RNDr. Vlastimil Dohnal, PhD. et Ph.D., PřF Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Mgr. Ladislava Filipová, Ph.D., Oblastní muzeum v Litoměřicích
prof. RNDr. Jaroslav Kontriš, CSc., LF Technické univerzity ve Zvolenu
Ing. Pavel Krystyník, Ph.D., Výzkumný ústav anorganické chemie, a.s. v Ústí nad Labem
Bc. Hana Matějková, Městský úřad Rakovník
Mgr. Roman Neruda, CSc., Ústav informatiky AV ČR v Praze
doc. Ing. Jiří Němec, CSc., ALLNEX, s.r.o., Praha
Ing. Čestmír Ondráček, Oblastní muzeum v Chomutově
Ing. Jan Popelka, Ph.D., FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
doc. Ing. Josef Seják, CSc., FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Ing. Jiří Šeřl, Ph.D., FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
doc. Ing. Petr Vráblík, Ph.D., FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Ing. Jaroslav Zahálka, CSc., Ústí nad Labem

Foto obálky

Mgr. Diana Holcová, Ph.D.

Vydává: FŽP UJEP v Ústí nad Labem

Toto číslo bylo dáno do tisku v prosinci 2015
ISSN 1802-212X
MK ČR E 17061

OBSAH

DEGRADACE PŮDY VODNÍ EROZÍ A JEJÍ EKONOMICKÉ ASPEKTY <i>Jana PODHRÁZSKÁ, Josef KUČERA, Petr KARÁSEK, Jana KONEČNÁ, Michal POCHOP</i>	3
HODNOCENÍ EKONOMICKÝCH ASPEKTŮ PROTIEROZNÍ OCHRANY ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY (PRO POVODÍ VN HUBENOV) <i>Jana KONEČNÁ, Jaroslav PRAŽAN, Jana PODHRÁZSKÁ, Josef KUČERA, Svatava Křížková</i>	13
KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ ÚPRAVY Z POHLEDU ODBORNÉ VEŘEJNOSTI <i>Václav VOLTR, Martin, HRUŠKA, Ladislav JELÍNEK</i>	22
PŘÍSPĚVEK K TRVALE UDRŽITELNÉMU HOSPODAŘENÍ V KRAJINĚ PODKRUŠNOHOŘÍ <i>Jaroslava VRÁBLÍKOVÁ, Petr VRÁBLÍK, Eliška HABÁSKOVÁ</i>	30
STUDIE AGRÁRNÍCH VALŮ A TERAS V OKOLÍ OBCÍ BŘEZNO A VELEMÍN V ČESKÉM STŘEDOHOŘÍ <i>Markéta KUČEROVÁ, Iva MACHOVÁ</i>	36
KVITNUTIE A SAMČÍ REPRODUKČNÝ POTENCIÁL JASEŇA MANNOVÉHO (<i>FRAXINUS ORNUS</i> L.) <i>Daniel KURJAK, Branko SLOBODNÍK</i>	49
LOGISTIC CONCEPTION FOR REAL-TIME BASED INFO-COMMUNICATION SYSTEM APPLIED IN SELECTIVE WASTE COLLECTION <i>István LAKATOS, Ádám TITRIK, Adrián HORVÁTH</i>	56
ENVIRONMENTÁLNÍ ASPEKTY NADMĚRNÉHO PŮSOBENÍ MĚDI <i>Vítězslav VLČEK, Miroslav POHANKA</i>	6

ENVIRONMENTÁLNÍ ASPEKTY NADMĚRNÉHO PŮSOBENÍ MĚDI

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF EXCESSIVE EXPOSURE COPPER

Vítězslav VLČEK¹⁾, Miroslav POHANKA²⁾³⁾

¹⁾Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno. xvlcek1@seznam.cz

²⁾Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany, Třebešská 1575, 500 01 Hradec Králové

³⁾Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno

Abstrakt

Měď je mikrobiogenní prvek, který má však poměrně významné nepříznivé účinky při předávkování. V této přehledové práci se autoři pokusili shrnout základní fakta o úloze mědi v těle, mechanismu toxicity a hlavních rizikových zdrojích, přičemž hlavní pozornost je směřována environmentálnímu dopadu mědi.

Abstract

Copper is a microbiogenic substance with significant adverse effects when administered in an excessive amount. In the current review, the authors summarized basic facts about copper role in the body, mechanism of toxicity and main risks pools. The main sight is given to environmental potency of copper to act as a pollutant.

Klíčová slova: *měď; toxicita; význam mědi; znečištění*

Key words: *copper; toxicity; importance of copper; pollution*

Úvod

V současné době z důvodu extenzivní industrializace vzrůstá problém s těžkými kovy, kdy v extrémních případech dochází až k narušení jednotlivých biogeochemických cyklů. Těžké kovy nejsou totiž biodegradabilní a dochází tak k jejich akumulaci v životním prostředí. Podle jejich role v rámci biologických cyklů můžeme těžké kovy zjednodušeně rozdělit na esenciální a neesenciální, přičemž esenciální těžké kovy jsou takové kovy, které živé organismy potřebují v malých množstvích pro své fyziologické či biochemické funkce, ale ve větších dávkách mohou být toxické. Mezi významnější esenciální těžké kovy můžeme, kromě mědi, zařadit rovněž prvky jako je železo, mangan, zinek či nikl.

Tento přehledový článek se zabývá právě mědí, protože se jedná o významný technologický prvek, který je ve své podstatě nenahraditelný. Díky své dobré elektrické vodivosti a odolnosti povětrnostním podmínkám nachází navíc měď poměrně široké technologické uplatnění, ale toto široké použití sebou nese i některá toxikologická rizika, na které se pokusíme v článku poukázat.

Měď jako biogenní prvek v organismu

Jako kofaktor můžeme měď nalézt v četných enzymech a proteinech a to od mikroorganismů, přes rostliny až k člověku, jak je patrné z citovaných prací Ravet a Pilon (2013) případně Rubino a Franz (2012). Z významných proteinů můžeme zmínit eukaryotickou Cu-Zn superoxid-dismutasu (zde je rozdíl oproti Fe-Mn superoxid-dismutase prokaryot), z dalších proteinů pak plastocyanin nezastupitelný při fotosyntéze, hemocyanin zajišťující přenos kyslíku u některých bezobratlých, tyrosinasa a cytochrom c oxidasu. Shrnutí nejdůležitějších proteinů je v Tabulce I.

Tabulka I: Vybrané měď obsahující proteiny

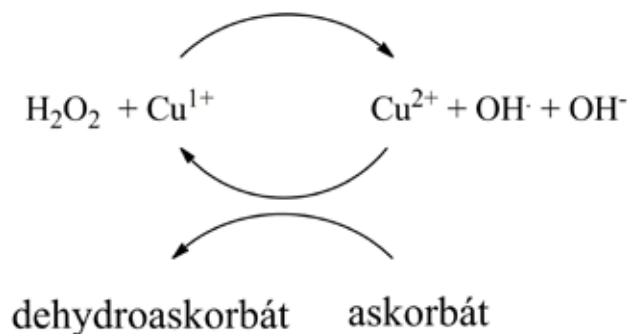
Protein	Význam	Skupiny organismů
cytochrom c oxidasa	komplex IV v mitochondriální oxidativní fosforylaci, podílí se na redukcí kyslíku na vodu	eukaryota
plastocyanin	Fotosyntéza-přenos elektronu mezi cytochromem b6f a fotosystémem I	sinice, řasy, rostliny
superoxid-dismutasa	rozklad superoxidu (2×) na kyslík a peroxid vodíku	eukaryota
tyrosinasa	oxidasa zajišťující tvorbu melaninu	prokaryota, eukaryota

Doporučené denní dávky mědi u lidí

Podle americké Národní akademie pro medicínu (The National Academy of Medicine – NAM, 2015) se jako doporučená denní dávka (Recommended Dietary Allowance – RDA) uvádějí hodnoty 200 µg na den pro děti ve věku 0–6 měsíců, 340–700 µg na den pro děti ve věku 1–10 let, 700–890 µg na den pro dospívající ve věku od 11 do 18 let a 900 µg na den pro dospělé osoby. Jako terapeutické jsou uváděny ještě dávky v rozmezí 1–10 mg. V práci Griffina a spoluautorů je pro nedonošené děti doporučována denní dávka mědi v intervalu od 200 do 250 µg na kilogram živé váhy a den (Griffin a kol. 2013). V rámci české vyhlášky číslo 330/2009 Sb. je doporučená denní dávka uváděna bez rozdílu věku 1 mg. Tato dávka bývá zpravidla dostatečně pokryta běžnými potravinami, jako je maso, salát, luštěniny, vejce nebo špenát (Erdemir a Gucer, 2014). Jako povolená limitní hodnota pro pitnou vodu je dle Světové zdravotnické organizace (WHO 2011) udávána koncentrace 2 mg.l⁻¹.

Rizika spojená s hyperakumulací mědi u savců a člověka

Savci jsou vůči akutnímu toxickému působení mědi relativně odolní. To je způsobeno zejména faktem, že jejich organismus volnou měď poměrně rychle vychytává na kov vázající proteiny, jakými jsou například transportní ceruloplasmin a při předávkování i albumin (Pal, Kumar a Prasad, 2014). Přítomnost mědi v organismu však není zcela bez rizika a je předpoklad, že chybně fungující měď vázající proteiny, respektive nadměrný příjem mědi se mohou podílet na rozvoji onemocnění, u nichž není dosud jednoznačně prokázána etiologie. V literatuře se například diskutuje o kardiovaskulárních onemocněních (Grammer a kol. 2014), Parkinsonově (Montes a kol. 2014) a Alzheimerově (Pohanka, 2013) chorobě. Molekulární mechanismus, jakým by měď mohla být zapojena do vzniku uvedených chorob, však není příliš jasný. Uvažuje se o biologickém významu Fentonovy reakce, tj. chemické reakce kdy měďný kation redukuje peroxid vodíku na hydroxylový anion a cytotoxický hydroxylový radikál (Pohanka 2013, případně Granados-Oliveros a kol. 2013). Hydroxylový radikál je odpovědný za vlastní oxidační poškození biomolekul (Goger a kol. 2014). Vznikající měďnatý kation je následně redukován v organismu přítomnými nízkomolekulárními antioxidanty především kyselinou askorbovou zpět na měďný kation a tím se cyklus uzavírá. Princip reakce je nastíněn na obrázku 1. Působení mědi je však podstatně širší, zmiňme například silnou nekompetitivní inhibici acetylcholinesterasy (Pohanka, 2014) a ovlivnění aktivity kinasy řídící buněčný cyklus (Brady 2014). Právě prostřednictvím kinas měď zhoršuje prognózu u některých onkologických onemocnění.



Obr. 1. Princip Fentonovy reakce katalyzované mědí, v přítomnosti kyseliny askorbové

Poruchy v transportu mědi mají fatální následky, jak to může být zřejmé i z příkladu Wilsonovy choroby. Toto geneticky podmíněné onemocnění se vyskytuje u jedinců s mutovaným měď transportujícím proteinem ATP7B a je manifestováno u homozygotů (Mihaylova a kol. 2012). Incidence manifestace je celkem vysoká a postihuje přibližně jednoho novorozence z 50 tisíc (Loudianos a kol. 2014). Nadměrnou akumulací mědi u pacientů trpících Wilsonovou chorobou bývají nejvíce postižena játra a centrální nervová soustava, což se projevuje rozvojem chronické hepatitidy a v případě nervové soustavy rozvojem psychických problémů jako jsou deprese, psychózy, ataxie aj. jak uvádí Adar, Chen a Mizrahi (2014); Deutsch, Emmanuel a Koskinas (2013); či Vaishnav, Gandhi (2013). Mezi další chronická onemocnění jater u dětí můžeme zařadit Indickou cirhózu u dětí (Indian childhood cirrhosis – ICC) pro které existuje genetická predispozice (ve věku 1–3 roky), či Tyrolskou cirhózu (Endemic Tyrolean infantile cirrhosis) aj., (Nayak a Chitale, 2013).

Hyperakumulace mědi je u vážných případů patrná v rohovce, kde akumulovaná měď vytváří barevné skvrny formované jako tzv. Kayser-Fleischerovy kruhy (Cocos a kol. 2014). Formování těchto charakteristických kruhů umožňuje i rychlou vizuální diagnostiku.

Vztah mědi k rozvoji oxidačního stresu je rovněž poměrně významný. Jak je patrné z textu výše, nadměrný příjem mědi, nebo poruchy v jejím transportu mohou vést až k oxidačnímu poškození organismu cestou spontánní tvorby reaktivních radikálů. Na druhou stranu je měď kofaktor superoxid-dismutasy, která tvoří významnou bariéru proti jedné z nejtoxičtějších forem reaktivního kyslíku, superoxidu. Ve vědecké komunitě jsou proto dobře známé teorie ukazující na souvislost mezi tvorbou superoxidu a stárnutím. Transgenní laboratorní zvířata bez funkční superoxid-dismutasy tak vykazují projevy předčasného stárnutí, jak ukazují např. práce Sakellariou a kol. (2014) či Velarde a kol. (2012). U myši snížila měď ve formě glukonátu měďnatého v pitné vodě a v dávce 42,5 mg.kg⁻¹ na den délku života z 986 dnů na 874 dní (Massie a Aiello, 1984). Co se týče mědi, tak nejen její nadměrný, ale samozřejmě i nedostatečný příjem, může vést k rozvoji oxidačního stresu a tvorbě těžko předvídatelných patofyziologických stavů (Chen a kol. 2013).

Antropogenní zdroje mědi v životním prostředí

K zatížení životního prostředí pomocí mědi obvykle dochází prostřednictvím kontaminovaných odpadních vod (Abreu, Godinho a Magalhaes, 2014), minerálních hnojiv (Khan, Ahmad a Rahman, 2007) a pesticidů (Kelepertzis, 2014).

Zvýšený obsah mědi v **atmosféře** je způsoben zejména v souvislosti se spalovacími procesy (motory, spalovny, výroba kovů). V těchto případech se jedná především o oxidy (CuO a Cu₂O), případně o elementární měď (výpary), či měď vázanou na polévatý (silniční) prach, který Binnan a kol. (2010) uvádí jako jeden ze závažných zdrojů. V současné době jsou tak známy studie zejména z velkých městských aglomerací (Al-Khashman 2007; Charlesworth a kol. 2003; Ferreira-Baptista a De Miguel 2005), kde se koncentrace mědi vázané na silniční prach pohybovaly v desítkách až stovkách mg.kg⁻¹. Extrémní hodnoty však mohou být podstatně vyšší, kdy například Thornton a kol. (1985) uvádí pro pouliční prach v Londýně hodnoty přes 3 000 mg.kg⁻¹, a v londýnských zahradách dokonce hodnoty 16 800 mg.kg⁻¹. Doba setrvání takovýchto submikroskopických částic v troposféře se předpokládá v rozmezí 7–30 dní (ATSDR, 2004).

V **hydrosféře** je při běžných pH mezi 6,5 a 7,5 měď přítomná zejména ve formě Cu²⁺, Cu(HCO₃)⁺ a Cu(OH)₂ (ATSDR, 2004). Faktory, které mohou ovlivňovat adsorpci měďnatých iontů v hydrosféře, jsou zejména pH, koncentrace mědi, přítomnost dalších kationtů (zejména Ca a Mg) a vlastnosti potenciálního sorbentu. Cu²⁺ může vytvářet sloučeniny zejména s hydroxidy a uhličitany (proto biodostupnost mědi klesá se zvyšující se tvrdostí vody). V povrchových vrstvách vody pak měď reaguje s organickými látkami jako například s kyselinami: huminovými nebo fulvokyselinami, kde se vyvažuje až 99 % mědi (Flemming a Trevors, 1989).

Ke vstupům mědi **do půdy** může docházet například hnojivy (viz Tabulka II), používáním fungicidů s mědí jako aktivní látkou (Kelepertzis, 2014), těžbou a zpracováním mědi (Hu, Yuan a Dong 2014) či při aplikaci odpadů nebo kalů obsahujících měď (Cheng a kol. 2014) apod. Jedním z možných zdrojů je rovněž mlékárenský průmysl. Málo koncentrované roztoky síranu měďnatého se používají ke kontrole infekce paznehtů a při nedodržení hygienických standardů dochází ke kontaminaci mléka (Cook a kol. 2012). V půdě lze měď nalézt například v půdním roztoku, adsorbovanou na výměnná

místa, vázanou na oxidy železa a hliníku, v krystalové mřížce primárních a sekundárních minerálů a v organické hmotě případně i v živých organismech (Adriano, 2013). Koncentrace iontů mědi v půdním roztoku bývá nicméně poměrně nízká, hlavní část je zpravidla vázaná na půdní koloidy: jílové minerály (Al-Qunaibit a kol. 2004), půdní organickou hmotu (Shuman, 1988), oxidy železa či hliníku (Cavallaro, McBride 1984, Boujelben 2009) a na přírodní zeolity (Erdem a kol., 2004). Podle Adriana (2013) klesá afinita mědi v řetězci: oxidy Mn > organická hmota > oxidy Fe > jílové minerály, nicméně některé jiné studie přisuzují hlavní vliv organickým koloidům, resp. jílovým minerálům. Vazba mezi mědí a organickou hmotou je uváděna jako podstatně silnější než u dalších těžkých kovů (Alloway, 1990). Předpokládá se, že vysoká afinita organické hmoty k mědi je způsobena jednak její vysokou sorpční kapacitou, jednak její schopností chelatace (Adriano, 2013). Vazba se děje zejména na fenolických a karboxylových funkčních skupinách. V některých půdách tak může organicky vázaná měď tvořit 20–50 % (Hunter, Johnson a Thompson 1987), resp. až 70 % (Hamilton, Revitt a Warren 1984). Měď přítomná v půdním roztoku je nejčastěji vázaná na vodorozpustný organický uhlík (Gibson a Farmer 1984). Meima a kol. (1999) sledovali vliv rozpuštěného organického uhlíku na vyluhování mědi z popela po spalování tuhého komunálního odpadu ve spalovně, kdy se mobilita mědi v nepřítomnosti vodorozpustného organického uhlíku snížila o 2–3 řády. Měď je rovněž specificky adsorbována oxidy Fe, Al, Mn (Pal, Kumar a Prasad 2014). Proces adsorpce může dále ovlivňovat zrnitost půdy, kovy bývají většinou vysoce koncentrované jak na hrubou frakci (písek > 50 µm), tak na jemnou frakci (jíl < 2 µm). Nízká koncentrace ve frakci prachu (2–50 µm) bývá dávána do souvislosti s přítomností lehkých minerálů, jako je křemen oproti ostatním zrnitostním frakcím (Huang a Zhang, 1990). Vedle anorganických a organických koloidů, hrají významnou roli v mobilitě kovů rovněž mikroorganismy, protože mají vysokou povrchovou plochu v poměru k objemu, který zvyšuje možnost jejich interakce s kovovými ionty (Huang, 1993).

Tabulka II: ukázky mědi vstupující do půdy prostřednictvím zemědělské činnosti (upraveno), (Ross, 1994)

Zdroj	rozsah obsahu mědi v mg.kg ⁻¹
odpadní vody	50–8 000
komposty	13–3 580
statková hnojiva	2–172
fosforečná hnojiva	1–300
vápnění	2–125

Kazuistika toxického působení mědi u rostlin a půdních organismů

Měď hraje poměrně důležitou roli při asimilaci CO₂ a syntéze ATP, přičemž je nezbytnou součástí různých proteinů, jako je plastocyanin fotosyntetického systému 1 a cytochromoxidasy (Demirevska-Kepova a kol. 2004). Zvýšené dávky mědi z tohoto důvodu poškozují především kořenový systém rostlin v důsledku inhibice vývoje bočních kořenů (Pahlsson, 1989). Rostliny pak mají tendenci být zakrnělé, chlorotické (Lewis a kol. 2001; Wyszowska a kol. 2013), nebo i nekrotické (Pierzynski, 2000). Brun a kol. (2001) například studoval u kukuřice (*Zea mays cv. Gaucho*) jako modelové rostliny, schopnost kořenového systému růst a odnožovat se při pěstování v kontaminovaných půdách vinic (koncentrace do přibližně 250 mg.kg⁻¹ celkové mědi). Koncentrace mědi v kořenech (23–584 mg.kg⁻¹) zde byly průkazně vyšší než koncentrace v oddencích (7–17 mg.kg⁻¹). Výměnnou kapacitou kationtů, půdní reakcí a obsahem organických látek se vysvětlovalo přibližně 80–85 % variability v kořenech a oddencích. Sonmez a kol. (2006) studovali vliv zvyšující se koncentrace (0, 1000, 2000 mg.kg⁻¹) u rajčat (*Lycopersicon esculentum (L.) Mill. Cv. F144*), přičemž bylo zjištěno snížení jak výšky rostlin, tak i celkového výnosu, počtu plodů a snížení hmotnosti kořenů.

Snížení výnosu bylo pozorováno rovněž v pokusech:

- u rajčete (*Lycopersicon esculentum*) došlo při šestitýdenní aplikaci hydroxidu měďnatého ke snížení výnosu o 30 % (oproti kontrole), při dávkách 175 mg.kg⁻¹ a pH půdy 4,8. Podstatně

menší efekt na výnos měly sice stejné dávky, ale při pH půdy 6,5. Při pH nad 6,5 bylo pozorováno 50% snížení až u dávek 700 mg.kg⁻¹ (Rhoads a kol. 1989);

- u fazole (*Phaseolus vulgaris*) byl studován vliv stupňovaných dávek síranu měďnatého: při dávce 200 mg.kg⁻¹ došlo k poklesu výnosu o 26 %, při koncentracích nad 500 mg.kg⁻¹ k zastavení růstu (Wallace a kol. 1977). Walsh a kol. (1972) popisuje 50% snížení výnosu při dávkách síranu měďnatého přibližně 330 mg.kg⁻¹;
- Gonzáles (1991) sledoval pokles výnosu o 10 % u tolíce vojtěšky (*Medicago sativa*) při aplikaci síranu měďnatého. Průměrná koncentrace při poklesu o 10 % byla v půdě 308 mg.kg⁻¹ (ale při rozmezí sledovaných hodnot 32 až 1600 mg.kg⁻¹);
- kombinace mědi a kadmia nepříznivě ovlivnila klíčení, délku sazenic a množství postranních kořenů u lilku vejčoplodého (*Solanum melongena*), (Neelima a Reddy, 2002).

V literatuře se lze setkat velkou variabilitou výsledků hodnocení vlivu mědi na půdní mikroorganismy, kdy část studií popisuje vzrůst mineralizace dusíku, část pokles mineralizace nebo dokonce nulový efekt (Baath, 1989; Minnich a McBride, 1986). Podle studie Quaraishiho a Cornfielda (1973) nebyl na mineralizaci a nitrifikaci dusíku patrný vliv ani u koncentrací mědi 10 000 mg.kg⁻¹ (ve formě oxidu a hydrogenfosforečnanu), na druhou stranu Liang a Tabatabai (1978) resp. Bollag a Barabasz (1979) prokázali inhibiční efekt případně snížení o více než 50 % již u dávek 300 mg.kg⁻¹. Různé závěry lze pravděpodobně přičíst půdní variabilitě, různým substrátům či neschopnosti podchytit úroveň volatilizace. Ranjard a kol. (2006) například naznačují, že přechodný účinek stresu vyvolaný aplikací mědi mohl částečně souviset i s postupným snižováním její biologické dostupnosti v čase.

Na růst půdních bezobratlých (žížaly) mají vliv sloučeniny mědi v této posloupnosti: nitráty > chloridy > acetáty = karbonáty > sulfáty > oxidy; pro reprodukci pak nitráty = sulfáty > acetáty = karbonáty = chloridy > oxidy (Malecki a kol., 1982). Hranicí od jaké lze pozorovat úbytek počtu vajíček je dávka 13 mg.kg⁻¹ a pro 19% snížení hmotnosti těla 372 mg.kg⁻¹ (obojí pro chlorid měďnatý). EC₅₀ tvorby vajíček se pro různé druhy žížal se pohyboval od 51 mg.kg⁻¹ (*Allolobophora chlorotica*) po 122 mg.kg⁻¹ (*Lumbricus rubellus*), (Ma, 1988). Donkin, Dusenbery (1993) uvádí krátkodobý test toxicity pro hádátka obecné (*Caenorhabditis elegans*) pro různé substráty, přičemž LC₅₀ se pohybovala v rozmezí 70 mg.kg⁻¹ (písek) po 1061 mg.kg⁻¹ (jílovitá hlína). Geometrický průměr LC₅₀ byl uváděn 619 mg.kg⁻¹. Populace *Nematod* a *Microarthropod* není obvykle ovlivněna do koncentrace 200 mg.kg⁻¹ CuSO₄ (Parmelee a kol., 1993).

Kazuistika toxického působení mědi u obratlovců

U dobytka či dalších volně žijících obratlovců je nejpravděpodobnější cestou intoxikace konzumace potravy/vody nebo půdy, která je kontaminovaná mědí. Přijatá měď je pak absorbována trávicím traktem a akumulována zejména v játrech a ledvinách (Zervas, Nikalaou a Mantzios, 1990). Mikrobiální populace žijící v trávicím traktu přežvýkavců ale mohou snižovat biologickou přístupnost mědi (Ivan 1988). Koncentrace mědi ve svalovině se pohybují do 1,5 mg.kg⁻¹, u ptáků (kuřata, krůty) jsou tyto hodnoty přibližně poloviční (Coleman, Elder a Basu 1992). Dle Zervase a kol. (1990), mají ovce oproti ostatním přežvýkavcům větší schopnost akumulovat měď (a to zejména v játrech a ledvinách). Ovčí masné výrobky lze z tohoto pohledu považovat za potenciálně rizikovější. Při krátkodobých testech orální toxicity byla u testovaných zvířat zaznamenána zejména anorexie, ztráta hmotnosti, třes, hepatotoxicita a extrémních případech i smrt (Cregas a kol. 2012; Fuentealba, Haywood a Foster 1989; Haywood, Loughran a Batt 1985; Kumar a Sharma 1987). Janus a kol. (1989) uvádí LD₅₀ pro krysy v rozmezí 66–416 mg.kg⁻¹ živé hmotnosti (perorální podání), závisející zejména na chemické sloučenině ve které je měď podána. LD₅₀ (CuCl₂) se u myši pohybuje okolo 90 mg.kg⁻¹, u morčat 15 mg.kg⁻¹. U králíků pro uhličitán měďnatý je pak uváděna dávka 91 mg.kg⁻¹.

Kazuistika akutního toxického působení mědi u lidí

Chuttani a kol. (1965) dokumentují případy sebevražd pomocí síranu měďnatého, kdy třináct z 53 pacientů například zemřelo po požití dávky 6–637 mg.kg⁻¹. Smrt byla provázena šokem a hepatickými a/nebo ledvinovými komplikacemi. Síran měďnatý se rovněž dříve používal jako emetikum či hemostatikum. Po opakovaných komplikacích po podání dávek v rozsahu 2–20 g (Akintonwa, Maba-

deje a Odutola 1989; Mertz 1987) bylo nicméně ustoupeno od využití síranu měďnatého v humánní medicíně. Akintonwa a kol. (1989) popisuje i čtyři otravy kněžů „duchovní vodou“. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO, 1974) lze za, pro organismus fatální, považovat orálně podanou měď ve formě anorganické soli již v množství 200 mg.kg⁻¹. V jiných zdrojích je za rizikovou dávku pro dospělého člověka považován příjem v rozsahu 50–500 mg.kg⁻¹ (Janus a kol. 1989).

Závěr

I když je měď biogenní kov, nelze popřít její schopnost kumulace v životním prostředí a jedovatost v případě nadměrného příjmu. S ohledem na jedovatost lze říci, že měď se obrazně nachází ve stínu nebezpečných těžkých kovů, jakými jsou kadmium a olovo. Dostupnost mědi je však v současné industriální činnosti mnohem vyšší a nebezpečnost mědi by měla být tak zvažována i z tohoto úhlu pohledu.

Seznam literatury

- ABREU, M.M., GODINHO, B., MAGALHAES, M.C.F., (2014): Risk assessment of *Arbutus unedo* L. fruits from plants growing on contaminated soils in the Panasqueira area, Portugal. *J. Soils Sediments* 14(4):744–757. doi: 10.1007/s11368-013-0835-7.
- ADAR, T., CHEN, S., MIZRAHI, M., (2014): A heart-breaking case of wilson's disease: Takotsubo cardiomyopathy complicating fulminant hepatic failure. *Transpl. Int.* doi: 10.1111/tri.12350.
- ADRIANO, D.C. (2013): Copper. In: Adriano DC, editors. Trace elements in the terrestrial environment. New York, NY: Springer-Verlag; p.181–218.
- AKINTONWA, A., MABADEJE, A.F., ODUTOLA, T.A., (1989): Fatal poisonings by copper-sulfate ingested from spiritual water. *Vet. Hum. Toxicol.* 31(5):453–454.
- AL-KHASHMAN, O.A., (2007): The investigation of metal concentrations in street dust samples in Aqaba city, Jordan. *Environ. Geochem. Health.* 29:197–207. doi:10.1007/s10653-006-9065-x.
- AL-QUNAIBIT, M.H., MEKHEMER, W.K., ZAGHLOUL, A.A., (2004): The adsorption of Cu(II) ions on bentonite-a kinetic study. *J. colloid and interface science* 283(2): 316-321. ISSN: 0021-9797.
- ALLOWAY, B.J. (Ed.): Heavy metals in soils, Glasgow, 1990.
- ALLOWAY, B.J., JACKSON, A.P., (1991): The behavior of heavy-metals in sewage sludge-amended soils. *Sci. Total Environ.* 100: 151–176.
- BAATH, E., (1989): Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations (a review). *Water Air Soil Pollut.* 47:335-379.
- BINGGAN, W., FENGQING, J., XUEMEI, L., SHUYONG, M., (2010): Heavy metal induced ecological risk in the city of Urumqi, NW China. *Environ. Monit. Assess.* 160:33–45. doi: 10.1007/s10661-008-0655-1
- BOLLAG, J.M., BARABASZ, W., (1979): Effect of heavy metals on the denitrification process in soil. *J. Environ. Qual.* 8(2):196-201.
- BOUJELBEN, N., BOUZID, J., ELOUEAR, Z., (2009): Adsorption of nickel and copper onto natural iron oxide-coated sand from aqueous solutions: study in single and binary systems. *J. Hazard Mater.* 163(1):376-82. doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.06.128. Epub 2008 Jul 11.
- BRADY, D.C., CROWE, M.S., TURSKI, M.L., HOBBS, G.A., YAO, X.J., CHAIKUAD, A., a kol., (2014): Copper is required for oncogenic BRAF signalling and tumorigenesis. *Nature* 509(7501): 492. doi: 10.1038/nature13180
- BRUN, L.A., MAILLET, J., HINSINGER, P., PEPIN, M., (2001): Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyard soils. *Environmental Pollution*, 111, 293-302.

- CAVALLARO, N., MCBRIDE, M.B., (1984): Zinc and copper sorption and fixation by an acid soil clay: effect of selective dissolutions. *Soil Sci. Soc. of Amer. J.* 48(5): 1050-1054.
- COCOS, R., SENDROIU, A., SCHIPOR, S., BOHITEA, L.C., SENDROIU, I., RAICU, F., (2014): Genotype-phenotype correlations in a mountain population community with high prevalence of wilson's disease: Genetic and clinical homogeneity. *PLoS One.* 9:e98520.
- COLEMAN, M.E., ELDER, R.S., BASU, P., (1992): Trace metals in edible tissues of livestock and poultry. *J. AOAC Int.* 75(4):615–625.
- COOK, N.B., RIEMAN, J., GOMEZ, A., BURGI, K., (2012): Observations on the design and use of footbaths for the control of infectious hoof disease in dairy cattle. *Vet. J.* 193(3):669–673. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.06.051.
- CREGAR, L.C., WIEDMEYER, C.H.E., RINGEN, D.R., EVANS, T.J., JOHNSON, G.C., KUROKI, K., (2012): Copper toxicosis in Boer goat. *Vet. Clin. Pathol.* 41(4):502–508. doi: 10.1111/j.1939-165x.2012.00487.x
- DEMIREVSKA-KEPOVA, K., SIMOVA-STOILOVA, L., STOYANOVA, Z., HOLZER, R., FELLER, U., (2004): Biochemical changes in barley plants after excessive supply of copper and manganese. *Environ Exp Bot* 52:253–266.
- DEUTSCH, M., EMMANUEL, T., KOSKINAS, J., (2013): Autoimmune hepatitis or wilson's disease, a clinical dilemma. *Hepatitis Monthly.* 13:e7872. doi: 10.5812/hepatmon.7872.
- DONKIN, S.G., DUSENBERY, D.B. (1993): A soil toxicity test using the nematode *Caenorhabditis elegans* and an effective method of recovery. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 25:145-151.
- ERDEM, E., KARAPINAR, N., DONAT, R., (2004): The removal of heavy metal cations by natural zeolites. *J Colloid and Interface Science* 280: 309–314.
- ERDEMIR, U.S., GUCER, S., (2014): Assessment of copper bioavailability in spinach (*spinacia oleracea* l) leaves by chemical fractionation. *Food Analytical Methods.* 7:994–1001.
- FERREIRA-BAPTISTA, L., DE MIGUEL, E., (2005): Geochemistry and risk assessment of street dust in Luanda, Angola: A tropical urban environment. *Atmos. Environ.* 39: 4501–4512. doi:10.1016/j.atmosenv. 2005.03.026.
- FLEMMING, C.A., TREVORS, J.T., (1989): Copper toxicity and chemistry in the environment – a review. *Water, Air, Soil Pollut.* 44(1–2):143–158.
- FUENTEALBA, I.C., HAYWOOD, S., FOSTER, J., (1989): Cellular mechanisms of toxicity and tolerance in the copper-loaded rat .3. ultrastructural changes and copper localization in the kidney. *Br. J. Exp. Pathol.* 70(5):543–556.
- FULLER, W.H., (1977): Movement of selected metals, asbestos and cyanide in soil: Applications to waste disposal problems. Prepared for Municipal Environmental Research Lab, Cincinnati, Ohio. U.S. Environmental Protection Agency Contract No: 68-03-0208.
- GADD, G.M., (2010): Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation. *Microbiology* 156. pp. 609–643.
- GIBSON, M.J., FARMER, J.G., (1984): Chemical partitioning of trace-metal contaminants in urban street dirt. *Sci. Total Environ.* 33:49–57.
- GÖGER, S., PAP J.S., BOGATH, D., SIMAAN A.J., SPEIER G., GIORGI M., a kol., (2014): Copper catalyzed oxidation of amino acids. *Polyhedron.* 73:37–44.
- GONZÁLES, S.P., (1991): Upper Critical level of copper to alfalfa in ten Chilean Soils. *Water Air Soil Pollut.* 57–58: 201–208.
- GRAMMER, T.B., KLEBER, M.E., SILBERNAGEL, G., PILZ, S., SCHARNAGL, H., LERCHBAUM, E., a kol., (2014): Copper, ceruloplasmin, and long-term cardiovascular and total mortality (the ludwigshafen risk and cardiovascular health study). *Free Radic. Res.* 48:706–715.

- GRANADOS-OLIVEROS, G., GOMEZ-VIDALES, V., NIETO-CAMACHO, A., MORALES-SERNA, J.A., CARDENAS, J., SALMON, M., (2013): Photoproduction of h₂o₂ and hydroxyl radicals catalysed by natural and super acid-modified montmorillonite and its oxidative role in the peroxidation of lipids. *RSC Adv.* 3:937–944.
- GRIFFIN, I.J., DOMELLOF, M., BHATIA, J., ANDERSON, D.M., KLER, N., (2013): Zinc and copper requirements in preterm infants: An examination of the current literature. *Early Hum. Dev.* 89:29–34.
- HAMILTON, R.S., REVITT, D.M., WARREN, R.S., (1984): Levels and physicochemical association of Cd, Cu, Pb and Zn in road sediments. *Sci. Total Environ.* 33:59–74.
- HAYWOOD, S., LOUGHRAN, M., BATT, R.M., (1985): Copper toxicosis and tolerance in the rat .3. intracellular-localization of copper in the liver and kidney. *Exp. Mol. Pathol.* 43(2):209–219.
- HU, X.M., YUAN, X.S., DONG, L., (2014): Coal fly ash and straw immobilize Cu, Cd and Zn from mining wasteland. *Environ. Chem. Lett.* 12(2):289–295.
- HUANG, W.W., ZHANG, J., (1990): Effect of Particle Size Transition Metal Concentrations in the Chang Jiang (Yangtzen River) and the Huanghe (Yellow River), China *The Science of the Total Environment.* Vol. 94, pp. 187-207.
- HUANG, P.M., (1993): An Overview of Dynamics and Biototoxicity of Metals in the Freshwater Environment. *Water Poll. Res. J. Canada.* Vol. 28, pp.1-5.
- HUNTER, B.A., JOHNSON, M.S., THOMPSON, D.J., (1987): Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ekosystem .1. soil and vegetation contamination. *J. Appl. Ecol.* 24(2):573–586.
- CHARLESWORTH, S., EVERETT M., MCCARTHY, R., ORDONEZ, A., DE MIGUEL, E.A., (2003): comparative study of heavy metal concentration and distribution in deposited street dusts in a large and a small urban area: Birmingham and Coventry, West Midlands, UK. *Environ. Int.* 29:563–573. doi:10.1016/S0160-4120(03)00015-1.
- CHEN, J., PENG, H.Q., ZHANG, K., XIAO, L., YUAN, Z.M., CHEN, J.P., a kol., (2013): The insufficiency intake of dietary micronutrients associated with malnutrition-inflammation score in hemodialysis population. *PLoS One* 8(6):e66841. doi: 10.1371/journal.pone.0066841
- CHENG, M.M., WU, L.H., HUANG, Y.J., LUO, Y.M., CHRISTIE, P., (2014): Total concentration of heavy metals and occurrence of antibiotics in sewage sludges from cities throughout China. *J. Soils Sediments.* 14(6):1123–1135. doi: 10.1007/s11368-014-0850-3.
- CHUTTANI, H.K., GUPTA, P.S., GULATI, S., (1965): Acute copper sulfate poisoning. *Am. J. Med.* 39(5):849. doi: 10.1016/0002-9343(65)90105-1.
- IVAN M., (1988): Effect of faunation on ruminal solubility nad liver content of copper in sheep fed low and high copper diets. *J Anim. Sci.* 66(6):1496–1501.
- JANUS, J.A., CANTON, J.H., VAN GESTEL, C.A.M., HEIJNA-MERKUS, E., (1989): Integrated criteria document, copper: Effects. Re-publication of report No. 758474003.
- KHAN, M.A., AHMAD, I., RAHMAN, I., (2007): Effect of environmental pollution on heavy metals content of *Withania somnifera*. *J. Chin. Chem. Soc.* 54:339–343.
- KEENEY, D.R., (1983): Principles of microbial processes of chemical degradation, assimilation and accumulation. In: *Chemical mobility and reactivity in soil systems*, Atlanta, Georgia, 1981, Nov. 29, Madiso, Wisconsin: ASASSS Inc.
- KELEPERTZIS, E., (2014): Accumulation of heavy metals in agricultural soils of mediterranean: Insights from Argolida basin, Peloponnese, Greece. *Geoderma* 221: 82–90.
- KNEZEK, B.D., ELLIS, B.G., (1980): Essential micronutrients IV: Copper, iron, manganese and zinc. In: *Applied soil trace elements*, Davies B.E., Toronto, John Wiley and Sons Ltd.
- KUMAR, A., SHARMA, C.B., (1987): Hematological indexes in copper-poisoned rats. *Toxicol. Lett.* 38(3): 275–278.

- LEWIS, S., DONKIN, M.E., DEPLEDGE, M.H., (2001): Hsp70 expression in *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophyta) exposed to environmental stressors *Aqua Toxicol* 51, 277: 277–291.
- LIANG, C.N., TABATABAI M.A., (1978): Effects of trace elements on nitrification in soils. *J. Environ. Qual.* 7(2): 291–293.
- LOUDIANOS, G., LEPORI, M.B., MARMELI, E., DESSI, V., ZAPPU, A., (2014): Wilson's disease. *Prilozi – Maked. Akad. Nauk. Umet., Odd. Biol. Med. Nauki.* 35: 93–98.
- MA, W. (1988): Toxicity of copper to lumbricid earthworms in sandy agricultural soils amended with Cu-enriched organic waste materials. *Ecol. Bull.* 39: 53–56.
- MALECKI, M.R., NEUHAUSER, E.F., LOEHR, R.C., (1982): The effects of metals on the growth and reproduction of *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae), *Pedobiologia* 24: 129–137.
- MASSIE, H.R., AIELLO, V.R., (1984): Excessive intake of copper – influence on longevity and cadmium accumulation in mice. *Mech. Ageing Dev.* 26(2–3):195–203.
- MEIMA, J.A., VAN ZOMEREN A., COMANS, R.N.J. (1999): Complexation of Copper with Dissolved Organic Carbon in Municipal Solid Waste Incinerator Bottom Ash Leachates. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 33, No. 9.
- MERTZ, W. (Ed.): Trace elements in human and animal nutrition. 5th ed.(1), p.301–364. Academic Press; 1987.
- MIHAYLOVA, V., TODOROV, T., JELEV, H., KOTSEV, I., ANGELOVA, L., KOOSEVA, O., a kol., (2012): Neurological symptoms, genotype-phenotype correlations and ethnic-specific differences in bulgarian patients with wilson disease. *Neurologist* 18:184–189.
- MINNICH, M.M., MCBRIDE, M.B., (1986): Effect of copper activity on carbon and nitrogen mineralization in field-ages copper-enriched soils. *Plant Soil* 91: 231–240.
- MONTES, S., RIVERA-MANCIA, S., DIAZ-RUIZ, A., TRISTAN-LOPEZ, L., RIOS, C., (2014): Copper and copper proteins in parkinson's disease. *Oxid. Med. Cell. Longevity.* doi:10.1155/2014/147251.
- NAM, (2015): The National Academy of Medicine (NAM), Washington, USA, [cited 2015, Aug. 5]. Available from: <http://iom.nationalacademies.org/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/DRI-Tables.aspx>
- NAYAK, N.C., CHITALE, A.R., (2013): Indian childhood cirrhosis (ICC) & ICC-like diseases: The changing scenario of facts versus notions. *Indian J Med Res.* 137(6): 1029–1042.
- NEELIMA, P., REDDY, K.J., (2002): Interaction of copper and cadmium with seedlings growth and biochemical responses in *Solanum melongena*. *Env. Pollu. Technol.* 1: 285–290.
- PAHLSSON, A.B., (1989): Toxicity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants: A literature review. *Water Air and Soil Pollution*, 47, 287–319.
- PAL, A., KUMAR, A., PRASAD, R., (2014): Predictive association of copper metabolism proteins with alzheimer's disease and parkinson's disease: A preliminary perspective. *Biomaterials* 27:25–31.
- PARMELEE, R.W., WENTSEL, R.S., PHILLIPS, C.T., SIMINI, M., CHECKAI, R.T., (1993): Soil microcosm for testing the effects of chemical pollutants on soil fauna communities and trophic structure. *Environ. Toxicol. Chem.* 12: 1477–1486.
- PIERZYNSKI, G.M., SIMS, J.T., VANCE, G.F., (2000): *Soils and environmental quality*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- POHANKA, M., (2013): Alzheimer's disease and oxidative stress. A review. *Curr. Med. Chem.* 21:356–364.
- POHANKA, M., (2014): Copper, aluminum, iron and calcium inhibit human acetylcholinesterase in vitro. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 37:455–459.
- QUARAISHI, M.S., CORNFIELD, A.H., (1973): Incubation study of nitrogen mineralisation and nitrification in relation to soil pH and level of copper (II) addition. *Environ. Pollut.* 4: 159–163.

- RANJARD, L., ECHAIRI, A., NOWAK, V., LEJON, D. P. H., NOUAIM, R., CHAUSSOD, R., (2006): Field and microcosm experiments to evaluate the effects of agricultural Cu treatment on the density and genetic structure of microbial communities in two different soils. *FEMS Microbiology Ecology*, 58: 303–315.
- RAVET, K., PILON, M., (2013): Copper and iron homeostasis in plants: The challenges of oxidative stress. *Antioxid. Redox. Signal.* 19: 919–932.
- RHOADS, F.M., OLSON, S.M., MANNING, A., (1989): Copper toxicity in tomato plants. *J. Environ. Qual.* 18: 195–197.
- ROSS, S.M., (1994): *Toxic metals in soil–plant systems*. Wiley: Chichester.
- RUBINO, J.T., FRANZ, K.J., (2012): Coordination chemistry of copper proteins: How nature handles a toxic cargo for essential function. *J. Inorg. Biochem.* 107:129–143.
- SAKELLARIOU, G.K., DAVIS, C.S., SHI, Y., IVANNIKOV, M.V., ZHANG, Y.Q., VASILAKI, A., a kol., (2014): Neuron-specific expression of *cuznsod* prevents the loss of muscle mass and function that occurs in homozygous *cuznsod*-knockout mice. *Faseb J.* 2014; 28:1666–1681.
- SHUMAN, L. (1988): Effect of removal of organic matter and iron- or manganese-oxides on zinc adsorption by soil. *Soil Science* 146(4): 248-254. ISSN: 0038-075X.
- SONMEZ, S., KAPLAN, M., SONMEZ, N. K., KAYA, H., UZ, I., (2006): High level of copper application to soil and leaves reduce the growth and yield of tomato plants. *Scientia Agricola*, 63, 213-218.
- THORNTON, I., CULBARD, E., MOORCROFT, S, WATT, J., WHEATLY, M., THOMPSON, M., a kol., (1985): Metals in urban dusts and soils. *Environ. Technol. Lett.* 6(4): 137–144.
- TYLER, G., (1981): Heavy metals in soil biology and biochemistry. In: *Soil biochemistry vol. 5*, Ed. Paul, E.A., Ladd J.N., pp. 371–414. New York: Marcel Dekker Inc.
- VAISHNAV, P., GANDHI, H.A., (2013): Electro convulsive therapy in psychiatric manifestations in wilson's disease. *Indian. J. Psychol. Med.* 35:206–208.
- VELARDE, M.C., FLYNN, J.M., DAY, N.U., MELOV, S., CAMPISI, J., (2012): Mitochondrial oxidative stress caused by *sod2* deficiency promotes cellular senescence and aging phenotypes in the skin. *Aging-US.* 4(1):3–12.
- WALLACE, A., ROMNEY, E.M., ALEXANDER, C.V., KINNEAR, J., (1977): Phytotoxicity and some interactions of the essential trace metals iron, manganese, molybdenum, zinc, copper and boron. *Commun. Soil Science Plant Anal.* 8(9): 741–750.
- WALSH, L.M., ERHARDT, W.H., SEIBEL, H.D., (1972): Copper toxicity in snapbeans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Environ. Qual.* 1: 197–203.
- WHO (World Health Organization). Cupric sulfate [database on the Internet]: Seventeenth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Wld Hlth Org. techn. Report Ser., 1974, No. 539; FAO Nutrition Meetings Report Series, 1974, No. 53. Geneva, Switzerland, [cited 2015, Aug 5]. Available from:
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v05je07.htm>
- WHO (World Health Organization). *Guidelines for Drinking-water Quality*, Fourth Edition, 2011. Geneva, Switzerland, [cited 2015, Aug 5]. Available from:
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf
- WYSZKOWSKA, J., BOROWIK, A., KUCHARSKI, M., KUCHARSKI, J., (2013): Effect of cadmium, copper and zinc on plants, soil microorganisms and soil enzymes. *J. of elementology* 18(4): 769–796.
- ZERVAS, G., NIKALAOU, E., MANTZIOS, A., (1990): Comparative study of chronic copper poisoning in lambs and young goats. *Anim. Prod.* 50:497–506.

PRAVIDLA VYDÁVÁNÍ VĚDECKÉHO ČASOPISU STUDIA OECOLOGICA

1. Vědecký časopis *Studia Oecologica* (dále jen časopis) vychází zpravidla dvakrát ročně, obvykle na jaře a na podzim. Krom toho mohou být v průběhu roku zařazena další čísla časopisu, věnovaná specifickým tématům, např. významným projektům řešeným na FŽP apod.
2. Časopis je vydáván v tištěné podobě a současně je zveřejněna na internetových stránkách fakulty jeho elektronická verze.
3. V časopise jsou publikovány příspěvky, zaměřené na nejširší okruh otázek, týkajících se ekologie a tvorby a ochrany životního prostředí. Hlavními typy článků uveřejňovaných v časopise jsou:
 - a) původní vědecká pojednání, vycházející z vlastního výzkumu,
 - b) vědecké přehledové články (reviews),
 - c) souhrny disertačních a habilitačních prací a nejlepších bakalářských a diplomových prací obhájených na fakultě,
 - d) kronika, informace o významných konferencích, publikacích apod.
4. Publikování v časopis je určeno především akademickým pracovníkům FŽP a celé Univerzity J. E. Purkyně, přijímány jsou však i příspěvky ostatních odborníků z oblasti ekologie a ochrany životního prostředí a příspěvky pracovníků jiných environmentálně orientovaných pracovišť, včetně studentů.
5. Autor zodpovídá za původnost (originalitu) a odbornou i formální správnost příspěvku. V časopise nelze publikovat článek, který byl již publikován v jiném časopise, což autor stvrzuje, při předání příspěvku redakci, průvodním dopisem, který obsahuje prohlášení, že příspěvek je určen k publikaci v časopise *Studia Oecologica*. Dopis dále obsahuje jméno a kontaktní údaje hlavního autora, resp. autora zodpovědného za komunikaci s redakcí a dále návrh nejméně jednoho recenzenta příspěvku, který vyhovuje níže uvedeným kritériím. Předáním příspěvku redakci dává autor najevo, že je obeznámen s podmínkami publikování v časopise *Studia Oecologica* a vyjadřuje svůj souhlas se zveřejněním příspěvku způsobem specifikovaným v těchto pravidlech a zavazuje se k dodržování níže uvedených etických principů při publikování.
6. Autoři příspěvků jsou povinni dodržovat zásady pro vědeckou, uměleckou a další tvůrčí práci tak, jak jsou formulovány v etickém kodexu akademických pracovníků. V souvislosti s publikováním článků v časopise *Studia Oecologica* se jedná zejména o zásady objektivit, vyhýbání se jakékoliv formě plagiátu a vyhýbání se fragmentaci výsledků a dělení dílčích výsledků do více publikací.
7. Rukopisy autorů jsou přijímány referentem/kou pro ediční činnost FŽP v průběhu celého kalendářního roku na adresu redakce: Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, referent pro ediční činnost, Králova Výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem.
8. Textová část rukopisu je napsána v textovém editoru MS Word a odevzdává se zpravidla v elektronické podobě, včetně grafické dokumentace a obrazových příloh. Čistopis díla musí respektovat uvedené pokyny pro autory, zveřejněné na internetových stránkách fakulty v sekci „*Studia Oecologica*“ a v jednotlivých číslech časopisu.

9. Příspěvky jsou zveřejňovány v českém, slovenském, anglickém nebo německém jazyce. Příspěvky uveřejňovány v českém nebo slovenském jazyce, musí být současně doplněny anglickým nebo německým abstraktem.
10. Výběr příspěvků pro recenzní řízení provádí redakční rada časopisu, která si tak vyhrazuje právo odmítnout bez recenzního řízení příspěvky, které zjevně nevyhovují výše uvedeným zásadám nebo mají nevyhovující formální úroveň.
11. Původní vědecká pojednání a přehledné články jsou publikovány po nezávislém recenzním řízení. Příspěvky jsou posuzovány dvěma externími recenzenty, které navrhuje šéfredaktorem přidělený redaktor článku a schvaluje redakční rada časopisu. Externím recenzentem se rozumí recenzent, který není členem redakční rady časopisu a není pracovníkem stejného pracoviště jako autor či jeden ze spoluautorů příspěvku.
12. Na základě posudku recenzenta může redaktor článku vrátit příspěvek autorům k dopracování/přepřerování. Pokud recenzent nedoporučí vydání díla, rozhodne o dalším postupu redaktor příspěvku. Autor je povinen přihlédnout k připomínkám recenzenta nebo řádně zdůvodnit jejich nerespektování. Redakční rada rozhoduje v konečné instanci o přijetí/nepřijetí příspěvku k publikování.
13. Textovou a grafickou korekturu textu před tiskem provádí autor, který zodpovídá za správnost a úplnost předloženého textu.
14. Časopis se tiskne v nákladu 150 ks. Počet výtisků však může být upraven podle předpokládaných požadavků.
15. Distribuci a evidenci časopisu zajišťuje referent pro ediční činnost ve spolupráci s příslušnými katedrami a zajišťují předání následujících výtisků:
 - a) předání 20-ti povinných výtisků časopisu,
 - b) autor a spoluautoři příspěvku mají nárok na 1 výtisk,
 - c) děkan/ka obdrží 1 výtisk,
 - d) proděkan/ka pro vědu obdrží 1 výtisk,
 - e) členové redakční rady po 1 výtisku,
 - f) odd. edice rektorátu obdrží 1 výtisk,
 - g) pro reprezentaci fakulty 10 výtisků (uloženo na děkanátě fakulty),
 - h) knihovní fond 4 výtisky (z toho 2 ks pro pracoviště Most)
 - i) 10 výtisků univerzitní knihovně pro výměnu mezi školami a knihovnami,
 - j) 1 výtisk do archivu fakulty,
 - k) zbylá část nákladu je rozdělena mezi katedry fakulty pro reprezentaci a knihkupectví UJEP k volnému prodeji

PUBLISHING RULES OF THE STUDIA OECOLOGICA SCIENTIFIC JOURNAL

1. The *Studia Oecologica* Scientific Journal (hereinafter referred to as “Journal”) is published twice a year, generally in spring and autumn. It is possible to include more issues, dealing with specific topics, e.g. significant projects solved within the scope of the Faculty of Environment, during the year.
2. The Journal is published in a printed version; simultaneously it is available on the faculty’s websites.
3. The published papers focus on questions related to ecology and environmental conservation and protection. The major types of papers are following:
 - a) original scientific essays resulting from research work,
 - b) scientific overview articles (reviews),
 - c) summaries of post-gradual and inaugural dissertations as well as the best bachelor and master theses which were defended on the faculty,
 - d) chronicle, information on significant conferences, publications etc.
4. The publication in the Journal is destined in particular to academic workers of the Faculty of Environment as well as of other faculties of J. E. Purkyně University. Papers of other specialists from the ecologic and environmental protection area as well as environmentally oriented places of work, students included, are accepted, too.
5. The author answers for the originality, scientific and formal correctness of the paper. It is not possible to publish articles which have been already published in another journal; the author confirms this by the cover letter, which contains the information that the paper is destined to be published in the *Studia Oecologica* Scientific Journal. The letter also includes data on the author, who is responsible for communication with the Journal redaction, and suggestion of at least one reviewer, who corresponds to the criteria mentioned below. Paper handover shows that the author is acquainted with the publishing terms and he agrees with paper publication following these terms. The author must also observe the below mentioned ethical principles of publishing.
6. The authors are required to follow the principles of scientific, artistic and another creative work that are set in the ethics code of academic workers. These are especially principles of objectivity, plagiarism and result fragmentation avoidance and dividing the results into several publications.
7. The manuscripts are accepted by the Officer of the publishing activities of the Faculty of Environment during the whole calendar year. The editor’s office address is: J. E. Purkyně University, the Faculty of Environment, the Officer of the publishing activities, Králova Výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem.
8. The text part of the manuscript must be written in MS Word and it is usually handed over as an electronic file, graphical documentation and appendix of figures included. The clean copy must agree with the instructions mentioned on the faculty’s websites, in the “*Studia Oecologica*” section, and in particular Journal issues.
9. The papers are published in Czech, Slovak, English and German. Those which are published in Czech and Slovak language must contain English or German abstract.

10. Papers intended to reviewer proceedings are chosen by the Journal Editorial Council that reserves the right to refuse the papers, which do not correspond to the above mentioned principles or have an inappropriate formal level.
11. The original scientific essays and well-arranged articles are published after the independent reviewer proceedings. The papers are criticized by two external reviewers, who are suggested by the paper editor, named by the Journal General Editor, and who are agreed by the Journal Editorial Council. The external reviewer cannot be a member of the Journal Editorial Council and he cannot be an employee of the same workplace as the paper authors.
12. The paper can be returned to authors to complete or rewrite in terms of reviewer report. If the reviewer does not recommend the paper to be published, following steps will be proceeded by the editor. The author is allowed to take account of the reviewer suggestions or give an appropriate reason for their ignoring. The Journal Editorial Council makes the final decision on the paper acceptance/non-acceptance.
13. Text and graphical correction is provided by the author, who is responsible for the correctness and completeness of the submitted text.
14. The Journal is printed in the number of 150 copies. The number of copies can be arranged according to supposed demands.
15. The Journal distribution and evidence is provided by the Officer of the publishing activities in connection with appropriate university departments. They provide handover of following copies:
 - a) handover of 20 obligatory Journal copies,
 - b) the authors are eligible for 1 copy,
 - c) the Dean receives 1 copy,
 - d) the Sub-dean for Science and Research receives 1 copy,
 - e) each member of the Journal Editorial Council receives 1 copy,
 - f) each member of the Rectorial department of edition receives 1 copy,
 - g) ten copies will be left for the faculty representation (stored in the Dean's Office),
 - h) the Collection receives 4 copies (two copies are destined for Most workplace),
 - i) the university library receives 10 copies (destined for the exchange between universities and libraries),
 - j) one copy will be destined for the faculty archive,
 - k) the rest will be divided between members of individual faculty departments for presentability purposes and the university bookshop for free sale