

Ralf Bürglin: Radost z pozorování savců

Savci patří k nejoblíbenějším skupinám obratlovců, a tak není divu, že se jim věnuje tolik knižních titulů. Zájemci o tuto skupinu by jimi mohli být brzy zahlceni, a proto budou náročnější při jejich výběru. Když vyšla v r. 2023 v nakladatelství Grada kniha *Radost z pozorování savců*, mohlo se na první pohled zdát, že by se tento titul mohl hůře prosadit, protože má např. menší formát a nezahrnuje ani všechny středoevropské savce, na které se zaměřuje. Dodejme, že český čtenář má už z dřívějška k dispozici přeložený přehled všech evropských savců s názvem *Savci Evropy, severní Afriky a Blízkého východu* (Ševčík 2018), ale i atraktivní a informačně nabitě přehledy našich savců od českých autorů – např. *Poznáváme naše savce* (M. Anděra a I. Horáček, Sobotáles 2005) nebo *Savci České republiky* (M. Anděra a J. Gaisler, Academia 2019). Přesto se domnívám, že tento nový titul je sympatický počín, neboť autor R. Bürglin se zaměřil na středoevropské savce z poněkud netradiční



perspektivy pozorovatele a fotografa. Představuje vybrané druhy z hlediska jejich biologie a znaků, ale především se snaží poradit, jak daný druh pozorovat. Uvádí některé své zkušenosti, aby přitáhl pozornost a nadchl k pokusu daný druh v přírodě vyhledat. Kniha se může hodit čtenářům s vážnějším zájmem o savce i milovníkům všeho živého. Vyšla v Německu a české vydání se snaží přizpůsobit text našemu čtenáři. R. Bürglin je přírodovědně zaměřený novinář, který se proslavil cestami za známými druhy typu pandy velké nebo irbise, jeho nejoblíbenější skupinou jsou však zřejmě kozy a ovce (Caprini), o čemž se můžeme přesvědčit na jeho osobních a mimořádně zajímavých webových stránkách <https://www.wilddocu.de/>.

Autor drží prst na tepu doby, takže jeho kniha by mohla být jednou z prvních vlastovek možná budoucího vzestupu mammalwatchingu (více např. na <https://www.mammalwatching.com/>), který má oproti birdwatchingu co dohánět a skrývá řadu úskalí. Třeba už tím, že savci mívají soumráchnou aktivitu a oproti ptákům mají pro náš sluch omezenější zvukový repertoár. O to víc jsou některá pozorování nezapomenutelná. Vzhůru tedy za nimi do přírody!

**Grada, Praha 2023, 144 str.
Doporučená cena 297 Kč**

Jaký je dopad klimatické změny na příspěvky mechorostů k suchozemským koloběhům vody, uhlíku a dusíku?

Mechorosty jsou druhou největší fotoautotrofní skupinou na Zemi, jsou široce rozšířené ve všech suchozemských ekosystémech, v některých dosahují značného podílu živé nebo mrtvé biomasy a jejich roční fotosyntetická produkce může dosahovat až $250\text{--}300\text{ g C} \cdot \text{m}^{-2}$ na rašeliništích nebo $162\text{ g C} \cdot \text{m}^{-2}$ v severských biotopech. Přesto bývají přehlíženy v odhadech biodiverzity a ekosystémových funkcí. Mandy L. Slateová ze Státní univerzity v Columbuse ve státě Ohio v USA s 18 spolupracovníky z celého světa shrnuli v přehledovém článku z r. 2024 literaturu, jak mechorosty ovlivňují biogeochemické cykly vody, C a N s důrazem na probíhající změnu klimatu. Zatímco některé aspekty globální změny klimatu představují kritické body pro jejich přežití, mechorosty mohou také chránit mnoho ekosystémů před změnami díky své kapacitě pro příjem a ukládání vody a uvedených prvků. Protože prahy pro odolnost mechorostů k teplotním a srážkovým změnám nejsou většími známy, je přínosné předpovědět, do jaké míry a jak dlouho tato pufrací kapacita zůstává zachována. Jak ekosystémy posunují své globální rozložení v důsledku změny klimatu, mění se také rozloha různých biotopů založených na mechorostech, což vede ke změnám vlivu mechorostů na

globální ekosystémové funkce. Celkově by dopady změny klimatu na biogeochemické procesy spojené s mechorosty a na jejich společenstva měly být velmi výrazné v rašeliništích, tundrách a temperátních lesích, středně výrazné v severských a tropických lesích, travinných a křovištních biomech a jen mírné v pouštích. Podívejme se detailněji na některé důležitější procesy a údaje.

Vliv mechorostů na koloběh vody

● **Záchyt vody vegetací.** Epifytické mechorosty v korunách lesních porostů zvyšují propad deště, kdežto na kmenech stromů snižují tok vody po kmenech. Obecně typ a stáří lesa mají výrazný vliv na krátkodobý záchyt vody, který může být menší než 1 mm dopadajících srážek v kontinentálních temperátních i sekundárních tropických lesích, ale až téměř 5 mm v tropických mlžných lesích. Podle modelů se odhaduje, že epifytické mechorosty v lesích mohou zvýšit záchyt dešťové vody o více než 60 %, ale s velkou prostorovou proměnlivostí. Pozemní vrstva mechorostů a biokrsta mechorostů usnadňují vsáknutí vody z atmosféry do půdy. Pozemní vrstva samotná může zachytit asi 25 % propadu vody v severském lese. V temperátním travinném biotopu zachytily mechorosty 3× více vody na jednotku sušiny než cévnaté rostliny.

Také mohou zachytávat vodu z mlhy a rosy a předávat ji do půdy. I v pouštích může být důležitým zdrojem vlhkosti rosa, zejména pokud se sráží na morfologicky adaptovaných listových špičkách. Vliv mechorostů na záchyt sněhu ale není příliš jasný.

● **Ukládání vody.** V některých ekosystémech mají mechorosty obrovskou kapacitu pro příjem a uložení vody, která může být až několikrát vyšší než jejich sušina. V arktické tundře je kapacita uložení vody u mechorostů větší než u lišejníků nebo nízké cévnaté vegetace. Epifytické mechorosty v temperátních lesích mohou udržet 10× více vody než jejich sušina. V novozélandských travinných biomech mají sice jen 4 % rostlinné biomasy, ale představují druhou největší zásobárnu vody v těchto biomech. Změny ve vododržné kapacitě jsou také druhově podmíněné a složení mechorostového společenstva určuje vliv na koloběh vody. Např. vyšší vrstvy mechorostů mají větší vododržnou kapacitu, což vede k chladnějším půdám a jejich lepší teplotní izolaci ve srovnání s tenčími porosty mechorostů. Toto pozorování platí v nejrůznějších biomech.

● **Vliv na hydrologii půdy.** Suché nebo jen částečně hydratované porosty mechorostů omezují prosakování srážkové vody k povrchu půdy a tento účinek klesá s rostoucí hydratací porostů. Pokud jsou dané porosty trvale hydratované (např. rašeliniště, tropické horské oblasti), půda pod nimi dostává více vody. Naopak v oblastech s méně častými nebo slabšími srážkami (aridní oblasti, některé temperátní lesy, travinné biomy) půdy pod nimi získávají vodu pouze po jejich rehydrataci. Mechroosty ovlivňují nejen množství vody, které se dostane do půdy, ale určují také uložení (retenci) vody v půdě ovlivněním výparu z půdy, který je proměnlivý v čase i prostoru. Evapotranspi-



race v biotopu s mechorosty je tedy více-složkový proces zahrnující přechody vody mezi půdou a mechorosty a k tomu evaporaci z půdy i transpiraci mechorostů. Tato vícesložkovost může vést k opačným účinkům na půdní vodu v různých ekosystémech. Např. v arktické tundře jsou vyšší ztráty evapotranspirací při pokrytí půd mechorosty přisuzovány retenci velkého objemu vody, která se později vypaří, i příjmu vody z hlubší půdy vlivem kapilárního působení. Naproti tomu vlhkost půdy pod porosty mechorostů bývá mnohem větší (2–4×) než pod jinou vegetací (např. travinami).

● **Dopady klimatické změny.** Očekávané změny ve frekvenci a množství srážek v rámci klimatické změny budou mít zřejmě silný účinek na kapacitu mechorostů zachytávat a ukládat vodu, protože oba procesy jsou těsně spjaty s hydratačním stavem mechorostů. Kolísání frekvence a množství srážek může vést k tomu, že se nižší množství vody bude pohybovat volně v systému, v nichž jsou nedostatečně hydratovány, až k nadbytku vody v krajině, pokud bude jejich schopnost ukládat vodu už překročena. Vzrůstá teploty mohou navíc ovlivnit hydrologii mechorostů zvýšením evaporace a zkrácením období hydratace. Jestliže se hydratační období zkrátí nadměrně, mechorosty už nebudou moci udržovat kladnou bilanci C a jejich vodo-držná schopnost bude ztracena. Dodatečné účinky klimatické změny by mohly vyvolat změny ve složení mecho-vých společenstev, nebo dokonce úplné vymizení porostů mechorostů.

Příspěvky mechorostů ke koloběhu uhlíku

● **Příjem uhlíku.** Příjem C mechorosty v některých ekosystémech může silně převyšovat příjem C u jiných typů rostlin díky výskytu mechorostů v rozmanitých společenstvech na povrchu půdy a také proto, že mohou mít převládající příjem C během ročních období, kdy jsou cévnaté rostliny ještě neaktivní (při teplotách kolem 0 °C nebo při suchu). Ve většině ekosystémů je příjem C u mechorostů regulován prvotně dostupností vody a druhotně kombinací jiných faktorů jako intenzitou světla, teplotou, hladinami živin, atmosférickou koncentrací oxidu uhličitého a složením mechového společenstva. Na úrovni od

1 Dystrofní (huminní, s malým množstvím živin) tůňka v pískovně u Branné na Třeboňsku s vodními rostlinami hostí mimo jiné vysazenou záchrannou místní populaci stulíku malého (*Nuphar pumila*). V r. 2017 tu byl nalezen severský vodní mech bařinatka velkolistá (*Calliergon megalophyllum*), dlouho považovaný za vyhynulý v ČR. V tůňce se mech silně rozrůstá a zejména při nižších stavech vody přerůstá na hladině jiné druhy vodních rostlin (zde s. malý). Tento druh netvoří žádné výtrusy a jeho výskyt na Třeboňsku lze považovat za reliktní. Foto L. Adamec

2 Rašeliník prostřední (*Sphagnum magellanicum*) je běžný druh našich vrchovišť a rašelinných lesů. Foto A. Kučerová

jednotlivých mecho-vých kolonií až po celý ekosystém byl stav hydratace mechorostů zjištěn jako rozhodující faktor, který reguluje příjem C anebo čistou primární produkci (Net Primary Production, NPP; blíže na str. 160–165 této Živy) na rašeliništích, v tundře, severských lesích a aridních oblastech. Na rašeliništích může vodní stres vést k posunu od čistého příjmu C (sink – úložiště) k čistému výdeji C (source – zdroj). Oteplení půdy působící tání permafrostu a zvýšení dostupnosti půdní vody v tundře vede ke zvýšení NPP u rašeliničů. Příjem C a následně růst běžných mechorostů me-



chového patra v severských lesích je silně regulován dostupností vody a srážek a stejný vztah se předpokládá i u tropických druhů. Naopak zvýšení teploty nad fotosyntetické optimum vede u mechorostů k silnému snížení rychlosti fotosyntézy i jejich NPP. Odhady NPP mechorostů kolísají mezi různými ekosystémy a druhy. Nejvyšší NPP jsou z rašelinišť, kde se uvádějí hodnoty až do 1 450 g C . m⁻² . rok⁻¹, ale jiné studie udávají maxima jen 200–600 g C . m⁻² . rok⁻¹. V severských oblastech jsou odhady NPP mechorostů dosti variabilní a kolísají mezi 3–162 g C . m⁻² . rok⁻¹ a v tundře potom jen 2–80 g C . m⁻² . rok⁻¹ podle druhu. V aridních oblastech jsou hodnoty NPP obecně mnohem nižší (např. jen 3,8 g C . m⁻² . rok⁻¹), a jsou tak o 3–5 řádů nižší na jednotku plochy než u cévnatých rostlin z jiných ekosystémů, hlavně kvůli malým rozměrům mechorostů a častému omezení jejich fotosyntézy suchem. Celkově se mohou mechorosty podílet na NPP z 50–75 % na rašeliništích a v severských jehličnatých lesích s podrostem rašeliničů, z 20 % v dalších typech severských lesů, z 10–35 % v arktických ekosystémech a z 11 % v temperátních lesích.

● **Ukládání a ztráta uhlíku.** Ukládání mechorosty je podstatnou součástí světového koloběhu C. Je to částečně dáno pomalou dekompozicí mechorostů zejména v severských rašeliništích, což vede k výraznému hromadění C v půdě i ve světovém měřítku a naznačuje, že vliv jejich porostů na půdní C je zřejmě o několik řádů vyšší než vliv cévnatých rostlin nebo lišejníků, a to i v ekosystémech, kde mechorosty nepřevládají (např. alpské oblasti). Pomalá dekompozice je částečně dána stavebními sloučeninami podobnými ligninu v buněčných stěnách mechů a zvláštními polysacharidy buněčných stěn u rašeliničů, a toto složení u rašeliničů má své důsledky ve výrazném ekologickém rozrůznění druhů.

● **Vliv změny klimatu.** Klimatickou změnou podmíněné zvýšení teploty a změny rozložení srážek pravděpodobně ovlivní strukturu mecho-vých společenstev a s tím spojené procesy koloběhu C na celém světě. Oteplením podmíněné snížení hladiny vody na severských i temperátních rašeliništích povede ke zvýšené pokryvnosti cévnatých rostlin, které sníží početnost a biomasu rašeliničů, ale zvýší dostupnost N v rašelinné půdě. Tím zvrátí tyto systémy ze sinku (úložiště) C do zdroje C. V aridních oblastech se bude vliv klimatické změny projevovat záporně na bilanci C omezováním jejich ekosystémové funkce a snížením přežíváním mechové biokrusty. Znalosti vlivu klimatické změny na koloběh C podmíněné mechorosty v tropických lesích jsou značně omezeny a existují i protichůdné scénáře změn. Avšak ze znalostí ekofyziologických rysů různých skupin mechorostů lze předpovědět, že vyšší teploty a nepravdělné srážky budou v budoucnu podstatně měnit koloběh C podmíněné mechorosty.

Příspěvky mechorostů ke koloběhu dusíku

● **Příjem dusíku.** Mechorosty jsou hlavní složkou v příjmu N v rozsáhlých severských, arktických a aridních ekosystémech. Ekologická úloha příjmu N u mechorostů v regulaci jeho koloběhu v terestrických

ekosystémech zahrnuje jak konkurenci s cévnatými rostlinami, tak i omezení nadměrných toků N do hlubokých částí půdy pod rhizosférou. Mechorosty mohou získávat N z mnoha zdrojů – z mokré a suché atmosférické depozice, z propadu srážek korunami stromů, z výluhu listového opadu, z půdy a pomocí symbiotických bakterií fixujících N_2 . Přijímají minerální amonné (NH_4^+) i dusičnanové ionty (NO_3^-) i organické dusíkaté látky jako aminokyseliny a dipeptidy. V tundře a v severských lesích mohou získávat až 60 % z celkového nadzemního příjmu N rostlinami. Příjem dusíku různými druhy rašeliníků v severských rašelinistích široce kolísá od 0,36 do 2,7 g N · m⁻² · rok⁻¹ ve srovnání s příjmem 0,67 g N · m⁻² · rok⁻¹ cévnatými rostlinami. Atmosférická depozice přináší v těchto oblastech jen 0,33–0,5 g N · m⁻² · rok⁻¹, takže rašeliníky musejí využívat i jiné zdroje N. Podobné hodnoty, 0,34 g N · m⁻² · rok⁻¹, byly naměřeny u mechorostů v severských lesích i v přímořských temperátních lesích na severozápadě USA (0,40 g N · m⁻² · rok⁻¹), které tvoří 11 % celkového nadzemního příjmu N. Přesně stejný příjem N mají i mechové biokrusty v aridních oblastech. Také teplota a dostupnost vody ovlivňují rychlost příjmu N v těchto ekosystémech.

● **Biologická fixace molekulárního dusíku.** Mechorosty hostí různé endofytní a epifytické mikroorganismy včetně různých fixátorů N_2 . Fixace N_2 mikroorganismy spojenými s mechorosty představuje jeden z největších vstupů N v severských a vysokohorských ekosystémech a může se rovnat velikosti depozice N nebo ji i převýšit. Fixátoři N_2 jsou ve spojení s různými rody a druhy mechorostů včetně rašeliníků, druhů lesního mechového patra i epifytic-

kých druhů. Vysoké hodnoty fixace N_2 byly zjištěny i v tropech v hustých porostech mechorostů na kmenech stromů. Relativní příspěvek fixace N_2 ve spojení s mechorosty k celkové roční potřebě N výrazně kolísá v různých ekosystémech a dosahuje 2–10 % v jehličnatých lesích na Aljašce, ale jen 0,1–2,5 % v temperátních travinných biomech. Celosvětově fixace N_2 na rašelinistích dosahuje asi 14 % předindustriální fixace v suchozemských ekosystémech.

● **Ukládání a ztráta dusíku.** Mechorosty účinně zachycují přijatý nebo adsorbovaný (pasivně navázaný) N na dlouhou dobu ve svých pletivech a mají schopnost znovu využít N ze starých pletiv a přesunovat ho do rostoucích mladých pletiv. Studie v tundře, křovištních biomech a temperátních lesích prokázaly vyšší obsah N (ionty NH_4^+ , NO_3^- , organický N) ve volných půdách než pod porosty mechorostů, což ukazuje, že N je mechorosty přijímán z prostředí s vysokou afinitou (citlivostí příjmu). V několika ekosystémech je uložení N v mechorostech vyšší než v cévnatých rostlinách a velikost těchto sinků je ovlivňována teplotou a srážkami. Ztráty N z pletiv mechorostů jsou prvotně způsobené vymýváním a dekompozicí. Různá ekologická narušení (disturbance) – zejména spojená s přechody vysušení–rehydratace a zmraznutí–tání – zvyšují ztráty N u řady druhů mechorostů. Při vysoké depozici N se mohou mechorosty přeměnit na zdroj N a uvolňovat N ze svých pletiv. V bryosféře (prostředí tvořeném a ovlivněným mechorosty) v závislosti na půdních podmínkách dochází k přeměnám jednotlivých forem N, některé mohou přejít do plynné formy a z půdy uniknout do ovzduší.

● **Dopady klimatické změny.** Změny teploty a rozložení srážek v rámci klimatické

změny i vzrůst depozice N vedou k poklesu pokryvnosti mechorostů a mají velké dopady na jejich příspěvky ke koloběhu N. Depozice anorganického N snižuje schopnost mechorostů přijímat N a zhoršuje jejich fyziologický stav v několika sledovaných ekosystémech. Zvýšené teploty mohou urychlovat dekompozici mechorostů a přispívat k ekosystémové ztrátě N, ale důsledky pro rostlinná společenstva a biogeochemické procesy nebyly ještě upřesněny.

Závěrem

Autoři na závěr uvedli několik nezodpovězených klíčových otázek, jak lépe stanovit současné příspěvky mechorostů ke koloběhu vody, C a N a odhadnout přímé účinky klimatické změny na pokryvnost mechorostů i následné nepřímé účinky na celosvětovou dynamiku vody, C a N. Jak míra hydratace mechorostů (měnící se v závislosti na různých zdrojích vody) ovlivňuje vliv mechorostů na koloběh vody, C, N a dalších živin v ekosystémech a napříč ekosystémy? Jak velkou měrou přispívá k zásobám vody v mechorostech a k příjmu C voda, která nepochází z deště (rosa, mlha), a sníh? Jaké jsou ekosystémové účinky mechorostů v ekosystémech, kde byly v minulosti přehlíženy, např. v tropickém nížinném deštném pralese, tropickém suchém lese, sušším lese mírného pásu? Jaký je vztah mezi diverzitou mechorostů a funkcemi ekosystému? Jaká je diverzita, rozsah a celosvětový podíl fixace N_2 vázané na mechorosty? Jak se liší funkční účinky mechorostů v jednotlivých liniích a růstových formách? Jaké jsou biofyzikální dopady mechorostů mimo prostředí velkých nadmořských výšek?

[New Phytologist 2024, 6: 2411–2429]

Česká botanická společnost zve všechny zájemce na nadcházející akce



Exkurze za rostlinou roku 2025

13. září: Květena u silničního obchvatu na východním okraji Klatov

Sraz v 10:00 na autobusové zastávce Klatovy, Plzeňská u nemocnice

19. září: Ústecké ruderalení aneb Odpolední vycházka za ruderalními druhy v Ústí nad Labem

Sraz v 15:00 u hlavního vstupu na železniční stanici Ústí nad Labem, hl. n.

20. září: Roste na Podřipsku starček úzkolistý?

Sraz v 9:45 na parkovišti před nádražím Roudnice nad Labem

Vícedenní akce

12.–14. září: Podzimní floristicko-mykologický minikurz v Jílovém u Děčína

Ubytování ve Středisku volného času při ZŠ, Kostelní ul.

22.–23. listopadu: Konference ČBS: Český botanický výzkum v zahraničí

Praha; přihlašování do 16. listopadu prostřednictvím formuláře na <https://shorturl.at/7buLz>

Podrobnosti a další akce pořádané Českou botanickou společností na <https://botanospol.cz>

1 Rostlina roku 2025 starček úzkolistý (*Senecio inaequidens*), blíže také v článku v Živě (2025, 3: 108–111). Foto M. Chytrý