

Ekosystémy Sibiře: analogie zaniklé přírody střední Evropy

Botanický výzkum Masarykovy univerzity na Sibiři má poněkud kuriózní tradici v pobytu zakladatele brněnské univerzitní botaniky prof. Josefa Podpěry v oblasti Jižního Uralu a jižní Sibiře v letech 1915–20, kdy byl válečným zajatcem a později členem československých legií, přitom však aktivně botanizoval. Po nastolení sovětské vlády byl tento výzkum přerušeno, ale Podpěra přesto udržoval kontakty s ruskými botaniky, shromažďoval ruskou literaturu i herbářové sbírky a promítal svou ojedinělou sibiřskou zkušenost do fytogeografických interpretací středoevropské flóry. Tuto podpěrovskou tradici se nám podařilo v uplynulých dvou desetiletích úspěšně obnovit.

V letech 1991–93 jsme spolu se skupinou mladých českých biologů a studentů vykonali tři výzkumné expedice k východnímu pobřeží jezera Bajkal, kde jsme prováděli fytoocenologický a floristický výzkum stylem botanických turistů putujících krajinou s batohem na zádech, v batohu s herbářem a v kapse s několika málo rubly. V té době však byl fytoocenologický přístup ke studiu rostlinných společenstev v Rusku novinkou a naše články o vegetaci severního Zabajkalí, založené na materiálech z těchto expedic, přes všechny začátečnické chyby do jisté míry ovlivnily formování ruské fytoocenologie.

Trvalo 10 let, než tato naše první sibiřská terénní zkušenost dozrála k formulaci významnějších výzkumných cílů než pouhého regionálního popisu flóry a vegetace. Některé typy vegetace i celé krajiny na Sibiři totiž nápadně připomínají hypote-

tické ekosystémy, které se na základě fosilního materiálu rekonstruují pro střední Evropu na sklonku poslední doby ledové – glaciálu (viz také Živa 2010, 3: 118–120 a 4: 166–168). Na jižní Sibiři rostou stromy jako modřín (*Larix*) a borovice limba (*Pinus cembra* s. l.) v kombinaci se smrkem (*Picea*), borovicí lesní (*P. sylvestris*) a břízou (*Betula*), tedy téměř stejná skladba dřevin, jaká se u nás podle fosilních pylových spekter vyskytovala v poslední době ledové. Rostou zde v krajinné mozaice se stepí a tundrou, jakou také indikuje fosilní pyl ze střední Evropy (Živa 2008, 4: 146–150). Na severovýchodní Sibiři jsou rozsáhlé plochy trvale zmrzlé půdy (permafrostu), v suchých a chladných oblastech nacházíme mozaikovitou stepo-tundru, možná rozšířenou i u nás v době posledního glaciálního maxima (zhruba před 20 tisíci let), zatímco v méně drsné oblasti Jižního

Uralu se objevují širokolisté stromy. Shodou okolností jde o duby, jilmy, lípy a javory, tedy dřeviny, které se po oteplení na sklonku poslední doby ledové šířily v našich nížinách. Sibiř tak nabízí jedinečnou příležitost k pochopení ekologických procesů probíhajících v dávné minulosti: poznáme-li diverzitu ekosystémů Sibiře a její příčiny, získáme znalosti nutné k přesnější interpretaci fosilního záznamu.

Na Sibiř jsme se vrátili v letech 2003–07 s podporou Grantové agentury AV ČR, díky níž jsme mohli pracovat na profesionálnější úrovni a v mnohem pohodlnějších podmínkách s dobrou expediční infrastrukturou zajišťovanou ruskými partnery. Na projektu se kromě velké skupiny brněnských botaniků podíleli malakolog M. Horský a palynologové B. Pelánková, P. Kuneš, P. Pokorný, V. Jankovská a H. Svobodová Svitavská. Jejich přínos byl klíčový, protože právě ulity měkkýšů a pyl patří k nejčastějším fosiliím, podle nichž se rekonstruuje přírodní prostředí pozdních čtvrtohor. V horských oblastech Západního Sajanu, Altaje a v podhůří Jižního Uralu jsme analyzovali společenstva měkkýšů, sbírali povrchový spad pylu z mechových polštářů a humusu a ve stejných místech jsme zároveň zaznamenávali druhové složení a strukturu vegetace. Potom jsme současná měkkýšová společenstva a pylový spad ze Sibiře srovnali s fosilními vzorky pylu a měkkýšů ze středoevropských lokalit datovaných do poslední doby ledové.

Podobnost byla nečekaně velká. M. Horský dokonce objevil, že měkkýšová vrcholná glaciálních sprašových stepí (např. údolníček *Vallonia tenuilabris*), v Evropě dnes téměř nebo úplně vyhynulá – a jeden druh dosud dokonce považovaný za vyhynulý globálně: zrnovka sprašová (*Pupilla loessica*) – jsou na jižním Altaji běžní a tvoří tam celé společenstvo známé dosud jen z fosilního materiálu. Tato zjištění nám umožnila využít našich znalostí korelace mezi měkkýšovou faunou, pylovým spektrem a současnou vegetací na Sibiři k rekonstrukci rostlinných společenstev a typů krajiny v poslední době ledové u nás.

1 Lesy s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a břízou bělokorkou (*Betula pendula*) na severním Altaji jsou možná druhově nejbohatšími lesy severní Eurasie.

2 V suchých horských kotlinách jižního Altaje udávají ráz krajiny suché stepí, zatímco stromová vegetace s borovicí limbou sibiřskou (*P. cembra* subsp. *sibirica*) a modřínem sibiřským (*Larix sibirica*) se vyskytuje jen podél periodických potoků a na severních svazích. Současný spad pylu je nápadně podobný fosilním pylovým spektrům z doby ledové na našem území.

3 Věčně zmrzlá půda (permafrost) rozmrzá ve středním Jakutsku každé léto až do hloubek přes 2 m, ale pokud je na vlhkých údolních dnech půda tepelně izolována vrstvou mechu, může být i v srpnu led jen několik centimetrů pod povrchem. I na tomto stanovišti však roste les v podobě rozvolněného porostu modřínu Cajanderova (*L. cajanderi*).





4 Expediční tábor ve stepo-tundře na plošině Ukok u rusko-čínské hranice. V suché horské kotlině, jejíž dno se nachází v nadmořské výšce kolem 2 200–2 300 m, chybějí stromy a na svazích se v závislosti na orientaci vyvíjí buď vegetace stepi, nebo tundry. Zdejší společenstva rostlin, měkkýšů i savců nápadně připomínají ta fosilní zaznamenaná v našich sprašových sedimentech, které se ukládaly v nejmłodnějších obdobích glaciálu.

5 Nízká keřová bříza okrouhlostá (*B. rotundifolia*) představuje běžný druh sibiřské tundry. Je blízce příbuzná a podobná bříze trpasličí (*B. nana*), která roste dnes hojně ve Skandinávii a jako glaciální relikv ji najdeme na rašeliništích Šumavy nebo v Krušných a Jizerských horách.

6 Popelivka sibiřská (*Ligularia sibirica*) je na Sibiři poměrně běžným druhem slatinišť a vlhkých luk v údolích potoků. U nás se vyskytuje jako vzácný glaciální relikv v Ralské pahorkatině a na Šumavě. Snímky M. Chytrého



Obecně lze shrnout, že krajina střední Evropy, hlavně Karpat a jejich podhůří, nebyla v době ledové zdaleka bezlesou pustinou, jak se dříve předpokládalo. Spíše šlo o mozaiku jehličnatých a vzácněji i listnatých (např. březových) lesů, stepi a tundry, byť v nejchladnějších výkyvech mohly tundra a step výrazně převážet.

Zajímala nás také diverzita rostlinných společenstev Sibiře jako možných analogů zaniklé vegetace u nás. Ukazuje se, že se v otevřené stepní krajině s kontinentálním podnebím všude udržuje poměrně vysoké pH půdy, a proto jsou stepní druhy vesměs bazilifilní (vápnomilné). Pokud u nás glaciální step existovala přes dva miliony let, jen s krátkými přestávkami v interglaciálech, není divu, že převážná část druhů naší současné flóry jsou bazifyty. I lesy v suchých oblastech Sibiře mají půdu s poměrně vysokým pH a na mnohých z nich najdeme druhově velmi bohaté bylinné patro. V březovo-borových lesích severního Altaje jsme zaznamenali až 114

druhů cévnatých rostlin na ploše 100 m², což je největší známý počet druhů v lesní vegetaci celé temperátní a boreální části Eurasie. Není bez zajímavosti, že velká část z těchto druhů se vyskytuje i v české flóře, ale zpravidla se zde nesetkávají na stejných stanovištích. Je možné, že podobné druhově bohaté lesy u nás byly na sklonku doby ledové a mohly v nich přežívat četné druhy, které se později staly součástí luční vegetace. Na Jižním Uralu jsme však pozorovali, co se mohlo stát u nás v raném holocénu. Při expanzi širokolistých stromů (zejména jilmu, lípy a javoru) do původních březovo-borových lesů se zapojuje stromové patro a velká část světlo milných druhů z podrostu mizí.

Po dvouleté přestávce jsme každoroční terénní bádání na Sibiři obnovili v r. 2010. Cílem současného projektu je využití analogií z dnešních ekosystémů Sibiře k pochopení změn diverzity ve čtvrtohorách na přechodu pleistocénu a holocénu, a to nejen flóry, ale i fauny měkkýšů a savců.

Výzkum probíhá zejména v Jakutsku (lesostep na permafrostu – klimaticky drsná krajina blízko nejchladnějšího místa severní polokoule, ale přitom z velké části lesnatá), na jižním Altaji (jižní stepo-tundra jako pravděpodobná analogie krajiny v posledním glaciálním maximu u nás) a v nižších hornatinách jižní Sibiře (výskyt lípy jako možné analogie předpokládaných severních glaciálních refugií listnatých dřevin). Chtěli bychom pochopit, jak mohly klimatické změny v minulosti ovlivnit vegetaci, strukturu krajinné mozaiky a produkci biomasy, v důsledku toho diverzitu společenstev rostlin, měkkýšů a v neposlední řadě velkých býložravců. Příčiny jejich vymření na konci doby ledové jsou totiž stále předmětem živých vědeckých diskuzí.

Výzkum ekosystémů Sibiře je podpořen Grantovou agenturou ČR (P504/11/0454).

Jitka Klimešová, Karel Prach

Český botanický výzkum na Svalbardu

V rámci aktivit projektu Mezinárodního polárního roku (2007–09) byl přizván norskými vědci Josef Elster z Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích se svou skupinou, provádějící už řadu let algologický výzkum na různých místech Arktidy a Antarktidy, ke spolupráci na výzkumu biologické a klimatické diverzity Arktidy s tím, že se zaměří na nějakou dosud méně prozkoumanou oblast Svalbardu. Byla vybrána centrální část ostrova Špicberky (největší ostrov souostroví Svalbard). Tým získal pětiletý grant Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy a svou činnost zahájil v říjnu 2007 instalováním dvou kontejnerů (obytného a skladového) na molu v opuštěné ruské hornické osadě Pyramiden. Ve vegetačních sezonách 2008–11 (vegetační sezona na Špicberkách je velmi krátká, trvá zhruba od konce června do konce srpna) se botanici zaměřili na cévnaté rostliny zabývali flórou a vegetací zátoky Petunia.

Botanický výzkum na Svalbardu má více než stoletou tradici. První flóra publikovaná v r. 1927 byla prací norské botaničky Hanny Resvoll-Holmsen. Do poznávání Svalbardu významně zasáhl i český botanik Emil Hadač, který strávil vegetační sezonu r. 1939 v oblasti Sassendalen (ostrov Špicberky) a později o svých zkušenostech a výsledcích publikoval řadu vědeckých prací včetně pěkného populárně-naučného cestopisu (viz také medailon E. Hadače na str. LXX tohoto čísla Živy). Čeští botanici se na Svalbard dostali znovu až v r. 1988, navštívili ruské osady Barentsburg a Pyramiden a některé zajímavé přírodní lokality. Z této výpravy vznikl seznam nepůvodních druhů rostlin

v ruských osadách sestavený Jiřím Liškou a Zdeňkem Soldánem, který vyšel ve speciálním čísle časopisu Preslia věnovaném památce E. Hadače (2004).

Souostroví Svalbard se rozkládá mezi 77° a 80° severní šířky a ze dvou třetin je pokryto ledem. V odledněných oblastech se vyskytují sporadické porosty cévnatých rostlin asi se 165 druhy. Základními rostlinnými společenstvy jsou zapojené tundry se vždyzeleným keřkem *Cassiope tetragona* (vřesovcovité – *Ericaceae*), které jsou vyvinuty jen na starém nenarušeném povrchu chráněném v zimě dostatečnou vrstvou sněhu. Vlhčí místa pokrývá tundra s vrchou polární (*Salix polaris*) a na suchých stanovištích nechráněných sněhem

převládá dryádka osmiplátečná (*Dryas octopetala*). Kamenité svahy a plochy narušované erozí se zdají být téměř bez vegetace, na svazích a vrcholech však nalezneme mák *Papaver dahlianum* a na erodovaných místech lomikámen vstřícnolistý (*Saxifraga oppositifolia*). Dále lze rozeznat společenstva mokřadů, sněhových výležísek, pobřežní slaniska nebo ruderální vegetaci kolem občasných lidských sídel. Nejbohatší jsou horká místa biodiverzity (biodiversity hotspots), která se nachází na výslunných svazích dostatečně zásobených vodou a současně hnojených trusem z hnízdišť mořského ptactva (tzv. ptačími bazary). Na těchto „zahradách“ najdeme i druhy náročnější na živiny a teplo, které se v okolní tundře nevyskytují.

Dosavadní výzkum našich botaniků na Svalbardu přinesl několik zajímavých výsledků:

- Byla popsána a zmapována rostlinná společenstva oblasti Petuniabukta o rozloze asi 38 km². Z typů vegetace rozlišených podle dominantních druhů rostlin převládají společenstva s dryádkou osmiplátečnou, zatímco tundra s *Cassiope tetragona* je omezena jen na staré mořské terasy. Mokřady, sněhová výležíška, místa pod ptačími bazary a slaniska mají velmi malou rozlohu.

- Při popisu sukcese za pěti ustupujícími ledovci v okolí zálivu Petuniabukta se potvrdil již dříve pozorovaný jev, že ve vysoké Arktidě sukcese probíhá bez směny druhů, tedy bez postupně se nahrazujících sukcesních stadií. Od samého počátku osídlování substrátu se objevují rostliny typické pro zapojenou tundu v okolí a jejich počet se časem zvyšuje, přičemž všechny druhy se objeví na místě zhruba do 100 let. Jedinou výjimkou je uvedená *C. tetragona*, která nebyla zaznamenána ani v nejstarších stadiích datovaných do doby po skončení „malé doby ledové“, tj. do konce 19. stol.

- Studium bohatosti růstových forem rostlin v oblasti z hlediska jejich schopnosti klonálního růstu přineslo zajímavé poznatky, které odporují dosavadnímu názoru