

# Tundra a boreální lesy Kanady

## 4. Subarktický les — přechodná oblast

Josef Rusek

V minulém článku jste na leteckém snímku viděli souboj o souš mezi lesem a tundrou. Místy pronikají výsadky boreálního lesa i několik kilometrů na sever od Inuviku, správního střediska Severozápadních teritorií Kanady, ale již na jeho vyvýšeném jihovýchodním okraji můžeme vstoupit do pěkného listnatého lesa se vzrostlými břízami papírovitými (*Betula papyrifera*), topolem osikou (*Populus tremula*), různými druhy vrb keřovitého vzrůstu a s bohatým travnatým a bylinným podrostem, kde není vzácností vidět kloboukaté houby, např. klouzky (viz obr.). Tento pohled zde ale není běžný, protože při cestě po silnici vedoucí několik desítek kilometrů na jih od Inuviku se většinou setkáváme s porosty jehličnatými, obklopenými bažinami nebo většími či menšími jezery spojenými pomalu tekoucími vodními stružkami či potůčky. Dále na jih jsou typické i několik desítek až set metrů vysoké kopečky s řídkými lesními porosty smrku černého (*Picea mariana*) nebo smrku bílého (*P. glauca*) vyčnívajícími nad plochou bažinatou krajinou. To je typický ekoton subarktického lesa mezi tundrou a boreálním lesem (viz také Živa 2006, 6: 262–264).

### Subarktické lesy

Subarktický les je vázán na trvale zmrzlou půdu (permafrost) a táhne se v šířce několika desítek až stovek km přes celou Kanadu na východ do Nového Foundlandu a lemuje tak ze severu široké pásmo boreálního lesa (viz mapa v prvním díle seriálu — Živa 2007, 1: 25–27). Je charakterizován průměrnou červencovou denní teplotou vzduchu 10–15 °C, průměrným ročním úhrnem dešťových srážek 200–300 mm, nesouvislým výskytem věčně zmrzlé půdy i jinými klimatickými faktory. Směrem k jihu souvislých lesních ploch přibývá

a bažinatých tundrových enkláv zdánlivě neubývá.

Cestou na jih od Inuviku jsem v různých typech subarktického lesa zaznamenával dominantní dřeviny, byliny, mechy a lišejníky, studoval většinou mělké půdní profily a odebíral vzorky ke studiu půdní fauny.

Pro nízké zaoblené kopce v této oblasti jsou typické řídké či hustší porosty smrku černého a jednotlivé stromy smrku bílého v podrostu s nízkými jedinci osiky, břízy žláznaté (*B. glandulosa*), olše zkadeřená (*Alnus crispa*), která byla hojnější na vlhčích úpatích svahů, a ojedinělých modřínů *Larix laricina* a jalovců obecných (*Junipe-*



V subarktickém lese nad Inuvikem půdu pokrývá listový opad bříz a osik a v podrostu brusínek můžeme najít i kloboukaté houby — klouzky

*rus communis*). Vzácněji se rovněž vyskytovala bříza papírovitá. V těchto řídkých lesích s průměrem 100–200 stromů/ha dosahuje výška smrku černého 2,5–6 m a jeho stáří 200–300 let, smrky bílé rostoucí na vlhčích místech bývají vysoké 4–7 m a staré 150–160 let.

Oproti arktické tundrové vegetaci popsané v předchozích částech měla na těchto pahorcích vliv na složení rostlinstva v podrostu i v zastoupení dřevin svahová expozice. Na jižních nebo jihozápadních svazích se hojně vyskytovala dryádka celolistá (*Dryas integrifolia*), medvědice lékařská (*Arctostaphylos uva-ursi*), medvědice červená (*A. rubra*), lipnice luční (*Poa pratensis*), kopyšník alpský (*Hedysarum alpinum*), prha kopinatá (*Arnica lonchophylla*, viz obr.) a lomikámen trojhrotý (*Saxifraga tricuspidata*). Z lišejníků místy převládaly velmi nápadné dutohlávkvy *Cladonia alpestris*, puklérky *Cetraria nivalis* a *C. rangifera*, z mechu dvouhrotec (*Dicranum* sp.).

S jižně exponovanými svahy kontrastovaly svahy obrácené k severu nebo k severovýchodu s řídkými lesními porosty. V nich většinou dominovaly keříčky brusnice vložně (*Vaccinium uliginosum*), brusnice brusinky (*V. vitis-idaea*), vrby sivé (*Salix glauca*), keříku *Cassiope tetragona* a nízkého pěnišníku laponského (*Rhododendron lapponicum*), dále rojovník bahenní grónský (*Ledum palustre* subsp. *groenlandicum*), kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*), šicha oboupohlavná (*Empetrum hermaphroditum*) a ojediněle všivec hlavatý (*Pedicularis capitata*). V podrostu nechyběly mechy včetně rašeliníku (*Sphagnum* sp.), ale lišejníky neměly dominantní postavení jako na jižních svazích. Na úpatí severních svahů přecházel smrkový les většinou v bažinaté prolákliny s jezírky. Na těchto místech se vyskytovaly rostliny uváděné jako typické pro bažinatou tundru: suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*), klikva maloplodá (*Oxycoccus microcarpus*), tučnice obecná (*Pinguicula vulgaris*), řada druhů ostríc, rašeliníků a mechu. Rostla zde místy i rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*). Nápadný rozdíl mezi severními a jižními svahy jistě způsobuje studené a vlhké mezoklima, které dokumentují tundrové druhy rostlin na

Na suchých okrajích subarktického pralesa složeného ze smrků černých (*Picea mariana*) i bílých (*P. glauca*), břízy papírovité (*Betula papyrifera*) a dominantních lišejníků kvetou keříky růže *Rosa acicularis* a prha kopinatá (*Arnica lonchophylla*)



Tab. 1 Průměrné hodnoty některých klimatických parametrů v kanadské tundře (Tuktoyaktuk) a v subarktické lesní zóně (Inuvik) v Severozápadních teritoriích v letech 1957–70 (Ritchie 1977)

Klimatický parametr	Inuvik	Tuktoyaktuk
Průměrná denní lednová teplota [°C]	-29,3	-32,7
Průměrná denní dubnová teplota [°C]	-4,5	-16,9
Průměrná denní červencová teplota [°C]	13,3	10,3
Průměrná denní říjnová teplota [°C]	-7,2	-6,9
Průměrné roční dešťové srážky v mm	254	127
Průměrné roční sněhové srážky v cm	190	55
Průměrné datum první sněhové pokrývky nad 2,54 cm	10. říjen	30. září
Průměrné datum poslední sněhové pokrývky pod 2,54 cm	30. květen	10. červen

severně orientovaných svazích a na bažinatém úpatí. Na výslunných jižních svazích naproti tomu rostou i druhy, s nimiž jsem se naopak v různých typech tundry vůbec nesešel (např. růže *Rosa acicularis*, viz obr.), nebo v tundře rostly jen na vyprahlých hřbetech Richardsova ostrova, např. lomikámen trojhratý či brusnice brusinka. Tab. 1 dokumentuje podrobně některé klimatické odlišnosti mezi tundrou a subarktickou lesní zónou v deltě řeky Mackenzie. Mezoklimatické poměry na různě exponovaných svazích a na zamokřených bažinatých stanovištích, ale i výchozí minerální či organický substrát zásadně ovlivňují nejen složení rostlinné pokrývky, ale i zastoupení půdních typů, forem humusu a samozřejmě i živočichů podílejících se na vývoji půdy.

#### Půdy v subarktické lesní zóně

Půdním typem jižních svahů a vrcholové partie asi 80 m vysokého pahorku s domi-

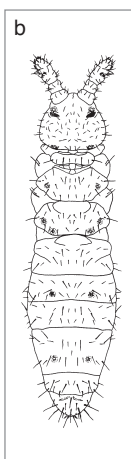
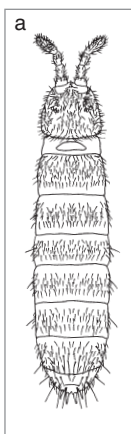
nujícím smrkem bílým a s příměsí smrku černého byl mírně vlhký slabý podzol. Na povrchu ležela 0–1 cm silná vrstva jehličnatého opadu a starých smrkových šišek, pod ní 1–3 cm silná černá vrstva jemného mikroartropodového moderu vytvářeného drobnými půdními členovci (zejména chvostokoky — *Collembola* a roztoci ze skupiny pancířníků — *Oribatida*) a roupicemi (*Enchytraeidae*). Pod moderovou vrstvou se od 3 do 4 cm hloubky půdního profilu nachází vybělená (podzolovaná — vyplavená, ochuzená) písčité vrstva, v hloubce od 4 do 6 cm tmavší písčité vrstva, do 10 cm a hlouběji následuje červenohnědá písčité vrstva.

Na severním svahu stejného kopce 3 m pod vrcholem se vytvořil vlhký slabě vyvinutý podzol s vrstvou surového humusu s tímto půdním profilem: 0–3 cm černý surový humus, 3–4 cm vybělený surový humus, 4–6 cm tmavší písčito-hlinitá vrstva, 6 cm a hlouběji okrově zbarvená písčité vrstva. Na východním úpatí, kde převládá

smrk černý s podrostem vrby sivé, rojovníku bahenního grónského, brusnice vložně, olše zkadeřená, ostrice skřipinovitá (*Carex scirpoidea*), tvořící nad vodou vyvýšené buly, a s dominantním rašelínkem, je vyvinuta zamokřená rašelinná půda.

Na písčitém návrší u jižního okraje Campbellova jezera nebylo stromové patro vyvinuto vůbec a řídký porost růže *R. acicularis* měl v podrostu brusnici brusinku, šichu oboupohlavnou, přesličku pořiční (*Equisetum fluviatile*) a povrch půdy pokrývala souvislá vrstva suchých lišejníků a méně početné mechy. Počáteční (iniciální) stadium vývoje půdy tvořila 0–2 cm silná černohnědá vrstva písčito-humusového mikroartropodového moderu, nasedající na jemný okrově hnědý písek.

Další vzorky jsem sbíral u dolomitických skalních výchozů pahorkatiny Campbell–Dolomite 35 km jižně od Inuviku. Na téměř vodorovné plošině skalního výchozu s kamenitou, 1–3 cm mělkou černohnědou a vývojově mladou protoredzinou (rendziny jsou půdy vznikající na vápencích, dolomitech nebo hadcích) byla při odběru vzorků půda mírně vlhká. Nesouvislý rostlinný pokryv sestával z lišejníků, mechů,



Nahoře: Růže *Rosa acicularis* je rozšířená na suchých otevřených místech subarktického lesa v deltě řeky Mackenzie i na jih od ní. Napůl uschlé řídké keříky svědčí o tvrdých životních podmínkách těchto ekotonálních stanovišť ♦ Vlevo nahoře: Na výchozech dolomitických skalek s kamenitou rendzinou několik desítek kilometrů jižně od Inuviku rostou nápadně žlutě kvetoucí řídké keříky mochny křovité (*Potentilla fruticosa*) a různé druhy vrb. V méně vyvinuté půdě podobných stanovišť byla objevena řada nových druhů chvostokoků (viz obr.), ale i jiných zástupců půdní fauny ♦ *Blissia glabra* Rusek, 1984 (a) je 800 μm dlouhý chvostokok patřící mezi hemiedafické druhy, jak o tom svědčí i hustý pokryv štětín a rozptýlená světle modrá pigmentace. Orig. J. Rusek ♦ Vlevo dole: V bažinaté lesotundře s otevřeným porostem smrku bílého (*Picea glauca*) na úpatí dolomitických skalek se vzácně vyskytuje asi 15 cm vysoká orchidea *Amerorchis rotundifolia* ♦ V otevřených sušších lesních partiích s dominantními lišejníky je nápadná asi 50 cm vysoká prha kopinatá (*Arnica lonchophylla*), dole uprostřed ♦ *Multivesicula dolomitica* Rusek, 1982 (b) je drobný bílý euedafobiont bez skákací vidličky a bez pigmentu. Měří pouhých 540 μm. Oba zobrazení chvostokoci byli popsáni nejen jako nové druhy, ale i jako pro vědu nové rody. Orig. J. Rusek



Na vlhkých rovinatých místech dominují v subarktické zóně porosty smrku bílého, které se postupně šíří i na plochu bažinaté tundry sukcesně zazemňujícího se jezera

malých jednotlivých skupin lomikamenů trojhratých a sasanky malokvěté (*Anemone parviflora*). Na místě s 20 cm hlubokou kamenitou slabě vyvinutou rendzinou černohnědé barvy rostly polštářky dryádky celolisté, medvědice lékařská a jalovec obecný. Na úpatí mírného jižního svahu byl na rašeliništi řídký porost smrku bílého s malou příměsí smrku černého, ojedinělými modříny *Larix laricina* a bohatým podrostem medvědice červené, mochny křovité (*Potentilla fruticosa*, viz obr.), ostrice *Carex membranacea*, přesličky poříční, pěnišníku laponského, kyhanky sivolisté a rojovníku bahenního grónského. Při odběru vzorku mokrého surového humusu se mi dokonce podařilo nálezt drobnou orchidej *Amerorchis rotundifolia* (viz obr.). Půdní profil v horních 4–5 cm tvoří surový humus hnědočerné barvy nasedající na písčité šedohnědý (B)–horizont. Slabě vyvinutý podzol je silně zamokřen, což dokládá i mozaikovitý výskyt živého rašelíníku.

Vývoj půd je velmi pomalý a závislý na činnosti chvostoků, pancírníků a roupic během krátké letní vegetační periody. Jak jsem již zmínil, nežijí tu žížaly ani jiné skupiny půdní makrofauny, které by vývoj půdy urychlily.

#### Půdní fauna

Téměř ve všech půdních vzorcích ze subarktické lesní zóny v Inuviku a jižně od něj jsem zjistil zástupce euedafické skupiny bezkrídých hmyzenek (*Protura*), a to dokonce patřící k několika dosud nepopsaným rodům a druhům. V kanadské arktické



Hustý porost subarktického lesa nad jihovýchodním okrajem Inuviku tvořený břízou papírovitou, smrkem bílým a příměsí osiky s hustým podrostem vrb. Snímky J. Ruska

tundře jsem hmyzenky nezaznamenal až na jedinou výjimku: v suchomilném společenstvu s porostem suché, nízkokřovité tundry na hřebeni Richardsova ostrova nad východním ramenem řeky Mackenzie. Tento výskyt hmyzenek pokládám za reliktní pozůstatek z teplejšího období, kdy se porost řídkých subarktických lesů rozprostíral až k Beaufortovu moři na poloostrov Tuktoyaktuk.

Hmyzenky jsou důležitou funkční skupinou půdní mezofauny. Živí se mykorhizními symbiotickými houbami žijícími na kořenech dřevin. Tyto houby zprostředkovávají dřevinám přísun některých těžko přístupných živin, např. fosforu, a hmyzenky hrají důležitou úlohu v naočkování (inokulaci) těchto symbiontů na kořeny dřevin.

Půdní fauna na stanovištích subarktické lesní zóny byla velmi bohatá a počty chvostoků zde dosahovaly až přes 400 000 jedinců na m<sup>2</sup>. Jejich druhová skladba byla velmi pestrá a na jednotlivých lesních stanovištích jsem zaznamenal až okolo 40 druhů. Celkový počet druhů zjištěných v této subarktické zóně dosahoval okolo 150, z nichž řada byla pro vědu nová. Z počáteční vývojové fáze rendzin na dolo-mitických skalnatých výchozech byly popsány i dva nové rody, a tedy i druhy chvostoků — *Blissia glabra* Rusek, 1985 a *Multivesicula dolomitica* Rusek, 1982 (viz obr.).

#### Biom boreálních lesů

Ekosystémy přechodové subarktické lesní zóny jsou druhově tak bohaté, protože se zde mozaikovitě prolínají ekosystémy biomu tundry a boreálního lesa a vytvářejí pestrý ekoton. Několik stovek kilometrů jižněji končí poslední reliktní zbytky tundrových bažin a nastupuje pásmo souvislého

boreálního lesa, který na kanadském území převládá (viz výšek mapy v první části seriálu). Pro tento biom jsou charakteristické smrk bílý a smrk černý, ke kterým přistupují v západní části regionu modříny *Larix laricina*, jedle drsnoplodá (*Abies lasiocarpa*), borovice pokroucená (*Pinus contorta*), příměs tvoří bříza papírovitá, topol balzámový (*Populus balsamifera*) a topol osika. Směrem k jihu přistupují další dřeviny a v podrostu nalezneme mnohé druhy rostlin, které v subarktických lesích vůbec nerostou, jako např. pámelník bílý (*Symphoricarpos albus*) nebo nápadná bylina dřín kanadský (*Cornus canadensis*).

Pro boreální lesy jsou důležitým ekologickým jevem lesní požáry, které zajišťují přirozenou obnovu lesa (viz Živa 2006, 6: 262–264). Věčně zmrzlá půda zde chybí a směrem k jihu ubývá podzolů a přibývá plocha černozemí a šedých půd, u nichž humusový profil často přesahuje hloubku 1 m. Dále k jihu dostává boreální les v západní části areálu mozaikovitě travnaté trhlíny a zvětšuje se plocha travnatých stepí (prérií) na černozemní půdě.

V Severní Americe po ústupu kontinentálního ledovce ve čtvrtohorách nestála v cestě žádná pohoří východo-západního směru, která by zabraňovala migraci celých biomů na sever, jako tomu bylo v Evropě, kde Alpy, Karpaty a Sudety zabránily přesunu celých společenstev z refugií v jižní a částečně i střední Evropě. Příroda arktické Kanady je proto bohatá a zajímavá a její představení snad čtenáře upoutalo, i když vzhledem k rozsahu nebylo možné jít u některých poznatků více do hloubky.