

Antarktické vegetační oázy

1. Nezaledněná území a jejich kolonizace

Když se řekne Antarktida, téměř každému se vybaví obrázek bílé promrzlé pustiny, kterou pouze v blízkosti moře ožívají tučňáci a tuleni. Navzdory této vžitě představě lze i zde najít místa bez ledového krunýře, která jsou již na dálku nápadná svou svěže zelenou barvou. Při bližším ohledání pak zjistíme, že navzdory drsným podmínkám tu přežívají zajímavá společenstva rostlin a lišejníků. Pro veřejnost jsou však mnohem atraktivnější, a tak ve většině popularizujících knih a přírodovědných filmů o Antarktidě se o rostlinách téměř nic nedozvíme. Ale i pro tento kontinent platí, že zelené autotrofní organismy jsou základní složkou ekosystémů, a proto by si zasloužily větší pozornost.

Kde se nacházejí nezaledněná území v Antarktidě?

Naprostá většina povrchu „bílého kontinentu“ je pokryta mocnou vrstvou ledu a nejeví žádné známky života. Směrem k okrajům pevniny však tloušťka ledového příkrovu postupně slábne. Vysoké skalní věže či celé příčné orientované horské hřebeny na mnoha místech brání prostupu souvislé fronty ledovců až k moři, což lze nejlépe pozorovat na západní straně kontinentu. Z celkové délky pobřeží (asi 18 000 km) mají téměř 4 % skalnatý charakter. Ojedinelé skály (nunataky) vyčnívají nad povrch ledovců místy ještě dosti hluboko ve vnitrozemí.

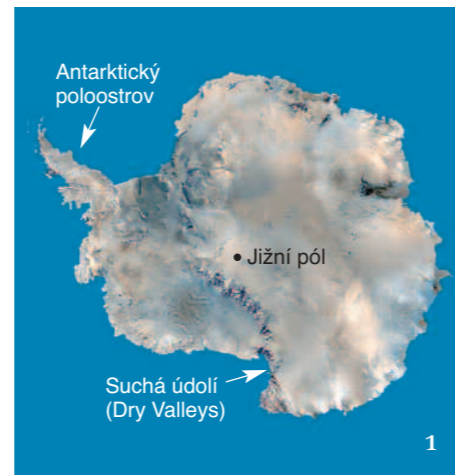
Kromě strmých skalních stěn mohou být v letních měsících bez sněhu a ledu i celá dlouhá údolí a také náhorní plošiny na stolových horách. Pátráme-li po příčinách mizení sněhu na těchto místech, zjistíme, že mohou být rozmanité. Nejrozsáhlejší souvisle nezaledněná oblast Suchých údolí (Dry Valleys) leží poblíž pobřeží Rossova moře, nedaleko americké výzkumné základny McMurdo. Tvoří ji komplex rozlehlých údolí o celkové rozloze 4 800 km². Klimatické podmínky jsou tam vskutku ojedinelé: jen nepatrné srážky (roční úhrny bývají v rozmezí 10–50 mm, vyjádřeno ekvivalentním množstvím tekuté vody) a k tomu ještě přistupuje vysušující účinek silných sestupných proudů vymrzlého vzduchu z nitra kontinentu (katabatické větry). Jde tedy o příklad extrémně chladné pouště s velmi sporadickým výskytem jen těch nejodolnějších organismů.

Zcela jiná konstelace klimatických faktorů podmiňuje existenci velmi početných odledněných území v oblasti Antarktického poloostrova, zhruba mezi 63° a 73° jižní zeměpisné šířky. Kontinentální ráz podnebí s malým množstvím srážek a s velkými sezonními změnami teploty se zachoval jen na jeho východním pobřeží

a přilehlých ostrovech (včetně ostrova Jamese Rosse, kde je vybudována česká výzkumná stanice). Západní strana Antarktického poloostrova a blízké ostrovy mají již výrazně oceánický charakter klimatu, neboť jsou pod vlivem relativně teplých a vlhkých větrů vanoucích převážně od severozápadu. Srážek je zde mnohem více (400 až 600 mm za rok), ovšem jejich značná část spadne ve formě deště a rychle odtéká. Průměrná teplota vzduchu bývá v letních dnech nejčastěji mírně nad nulou (0–2 °C), což také přispívá k rychlému odtávání sněhu nahromaděného v zimním období. Zimy jsou poměrně mírné – průměrné denní teploty vzduchu zřídka klesají pod -10 °C, ovšem dny s teplotou pod -20 °C nejsou výjimkou. Nezaledněná území v oblasti Antarktického poloostrova mají z celé Antarktidy nejbohatší společenstva rostlin a dalších terestrických organismů. Právě jim bude proto věnována v dalším výkladu hlavní pozornost.

Mikroklima a minerální substráty

Pro přežívání, druhovou pestrost a produktivitu terestrických organismů mají rozhodující význam lokální mikroklimatické podmínky, které mohou být značně odlišné od klimatických charakteristik větších územních celků. Zvláště výrazné odchylky bývají u stanovišť chráněných před větrem a přitom s příznivou expozicí k přímému slunečnímu záření. V tom případě teplota půdního povrchu, mechových polštářů či stélek lišejníků může být i o více než 20 °C vyšší než teplota okolního vzduchu. Ovšem zvýšená teplota nemusí působit na všechny organismy jen příznivě – zejména ty rychle vysychající (např. lišejníky) může brzdit v růstu. V nočních hodinách se na těchto závětrných místech naopak povrch půdy i s vegetací dlouhodobě vyzařováním rychle ochlazuje. Velká amplituda denních změn



povrchové teploty spojená se střídavým tuhnutím a rozpouštěním vody v nadzemních orgánech rostlin klade mimořádné nároky na jejich fyziologickou adaptabilitu.

Největší význam pro rychlý rozvoj nového života na obnažených plochách však nemá jejich teplotní režim, ale dostupnost vody v tekutém stavu. Nejbujnější vegetaci můžeme nejčastěji pozorovat v zamokřených terénních depresích či kolem potůčků z tajících sněžníků a ledovců. Svěže zelená barva těchto porostů nápadně kontrastuje s okolním terénem, který bez pravidelného ovhčování připomíná poušť. Označení vegetační oázy je tedy docela výstižné. Silně podmáčená místa, ledovcové potoky či sladkovodní jezírka, které se na nezaledněných územích také vyskytují, jsou bohaté na řasy, sinice a jiné drobné vodní organismy.

Zemský povrch obnažený po ústupu ledovců mnoho komfortu novým osadníkům nenabízí ani z hlediska jejich minerální

1 Kompozitní satelitní snímek Antarktidy s vyznačením dvou oblastí s nejrozsáhlejšími plochami nezaledněných území. Foto Dave Pape, NASA

2 Strmé skalní stěny zůstávají nepokryté ledem či sněhem po většinu roku. Skály v blízkosti moře hostí lišejníky i mechy, ve vnitrozemí převažují korové druhy lišejníků

3 Počátek kolonizace podmáčených míst společenstvy mechů se velmi brzy prozradí sytě zelenou barvou (Admiralty Bay, ostrov Krále Jiřího)

4 Mnoho rozsáhlých nezaledněných území jsou kamenitě pouště bez zjevných známek vegetace. Uchycení vegetace zabraňuje nejen nedostatku vody, ale i stálé mechanické obrušování zrnky písku a ledových krystalů unášených silnými větry (ostrov Jamese Rosse)

5 Za příznivých teplotních podmínek a stálého dostatku vody z tajících sněžníků vytvářejí společenstva mechů velmi husté a produktivní porosty (ostrov Galindez)

6 Nejpokročilejší stadium ve vývoji vegetačních oáz v maritimní Antarktidě tvoří porosty trávy *Deschampsia antarctica* (Admiralty Bay, ostrov Krále Jiřího)

7 Rozvinuté mechové porosty poskytují ochranu soliterně hnízdícím ptákům. Mládě chaluhy jižní (*Catharacta macrorhynchos*) u trsů mechu *Polytrichum strictum*, ostrov Galindez





výživu. Velmi často jsou to holé skály – velké bloky podložní horniny ohlazené činností ledovců, balvanité nebo šterkové sutě. Antarktický poloostrov je tvořen převážně kyselými metamorfovanými horninami (žuly, granodiority), které se často střídají s mladšími vyvřelinami spíše alkalického charakteru (bazalty, andezity). Sopečné horniny jsou velmi hojné i na východní straně poloostrova a přilehlých ostrovech (včetně Jamese Rosse). Tam se ale navíc vyskytují také rozsáhlé terasy šterkopískových usazenin rozmanitého stáří. Podloží na kyselých horninách zvětrává jen pomalu a poskytuje tak velmi malá množství prvků nezbytných pro výživu rostlin. Jemný minerální substrát vznikající rozpadem vyzdvížených mořských sedimentů a lávových hornin je již na minerální živiny bohatší (především na vápník, hořčík, draslík a železo). Avšak dusíkaté sloučeniny, které jsou pro rostliny nejdůležitější, podložní horniny prakticky neobsahují a aktivita bakterií fixujících dusík je téměř zanedbatelná. Kriticky

je také nedostatek fosforu. Naštěstí významným zdrojem těchto dvou limitujících prvků jsou exkrementy ptáků, kteří pravidelně obývají obnažená místa v blízkosti moře. Nejsou to jen tučňáci, ale i řada dalších druhů, např. chaluhy, rybáci a kormoráni. Všichni tyto ptáci se živí mořskými živočichy, rostliny využívají pouze občas ke stavbě hnízd. Přítomnost ptáků je neobyčejně významná zejména pro počáteční rozvoj terestrických ekosystémů, neboť nevědomky zajišťují transport deficitního dusíku a fosforu z mořských zdrojů na souš. Na živiny bohaté prachové částice ze zvětralých exkrementů roznášejí přízemní vítr a vzestupné vzdušné proudy i na lokality velmi vzdálené od pobřeží. Minerální živiny přijaté rostlinami zůstávají vázány v odumřelých částech a po jejich mikrobiálním rozkladu jsou opět k dispozici pro další využití. Rozkladné procesy jsou ovšem za nízkých teplot pomalé, a tak se stářím rostlinného společenstva roste i zásoba živin vázaná v mrtvé organické hmotě.

8 Z lišejníků kolonizujících podmáčená místa jsou nejnapadnější druhy rodů *Xanthoria* a *Caloplaca* (ostrov Jamese Rosse)

9 Ptáci jako hlavní dodavatelé nedostatkového dusíku a fosforu jsou pozehnáním pro antarktické terestrické ekosystémy. Přímou v hnízdních koloniích však bývá příroda značně zdevastovaná (tučňáci kroužkoví – *Pygoscelis adeliae* na ostrově Cuverville)

10 Někdejší slávu druhohorních lesů v Antarktídě připomínají jen zbytky silných zkřemenělých kmenů (ostrov Jamese Rosse). Snímky J. Glosera, pokud není uvedeno jinak

Kolonizace nově odledněných území

Proměna Antarktidy z příjemné lesnaté krajiny na ledovou pouštinu započala v třetihorách po rozpadu pevninského bloku Gondwany. Asi před 15 miliony let už byla většina nového kontinentu pokryta ledem a před 6 miliony let vrstvy ledu narostly zhruba do dnešní podoby. V průběhu dalších věků docházelo opakovaně ke střídání teplejších a chladnějších období, což mělo za následek především periodické změny v zalednění okrajových částí kontinentu. Téměř s jistotou lze ale říci, že skoro všechna v současné době nezaledněná místa byla v minulosti pokryta ledem a k jejich konečnému odkrytí začalo docházet až po posledním chladovém maximu zhruba před 10 000 lety. Vzhledem k izolovanosti Antarktidy od ostatních kontinentů (nejbližší výběžky Jižní Ameriky jsou 900 km vzdálené!) není lehké najít odpověď na otázku, jakým způsobem vlastně mohlo dojít k částečné obnově zdevastované vegetace. Přežití původních druhů ve vhodných refugiích (např. na skalních štítech vystupujících nad povrch ledovců, ve vulkanicky aktivních oblastech s dlouhodobě teplejšími enklávami), sice nelze zcela vyloučit, ale v současné době se jeví jako málo pravděpodobné. Mezi antarktickými terestrickými organismy je poměrně málo endemických druhů a většina endemických druhů je blízce příbuzná druhům z jiných kontinentů. Budeme se proto muset smířit s představou, že ke kolonizaci odledněných míst docházelo hlavně komplikovanou transoceánskou migrací semen, spor a vegetativních rozmnožovacích tělísek. A že je taková migrace skutečně možná, dokazují např. záchyty alochtonních (zcela jistě ne místních) pylových zrn a spor ve vzdušných proudech nad Antarktidou.

Počáteční fáze kolonizace je možné v Antarktídě sledovat jednak na lokalitách se zvláště rychlým ústupem čela ledovců a jednak na horninách obnažených sesuvy či vulkanickou aktivitou. Snadno mobilní a přízpusobivé druhy mikroorganismů (včetně sinic a řas) patří mezi první osadníky, ale mechy a lišejníky nezůstávají nijak pozadu. Lišejníky sice vynikají extrémní odolností vůči stresovým faktorům a nenáročností na živiny a vodu (některé druhy dokonce asimilují vzdušný dusík a nepotřebují vodu v kapalném stavu!), avšak jejich růst je velmi pomalý. Při budování strukturně složitějších a produktivnějších vegetačních oáz mají proto rozhodující úlohu mechy, které nejenže tvoří



biomasi mnohem rychleji, ale jsou také schopny zachytávat do husté spleti stélek velké množství prachových částic. Mechy jsou tedy základním článkem půdotvorného procesu, při kterém vzniká substrát relativně bohatý na živiny, v němž se pak mohou uchytit i první cévnaté rostliny. Jejich přítomností začíná další fáze pedogeneze – jednak prokořeňováním půdního substrátu, ale hlavně díky dekompozici odumřelých zbytků kořenů a listů bohatých na lignin se půda obohacuje o kvalitní humusové látky. Nahromaděná organická hmota pod porosty rostlin také poskytuje velmi příznivé prostředí pro rozvoj druhově pestré skupiny půdní mikrofauny.

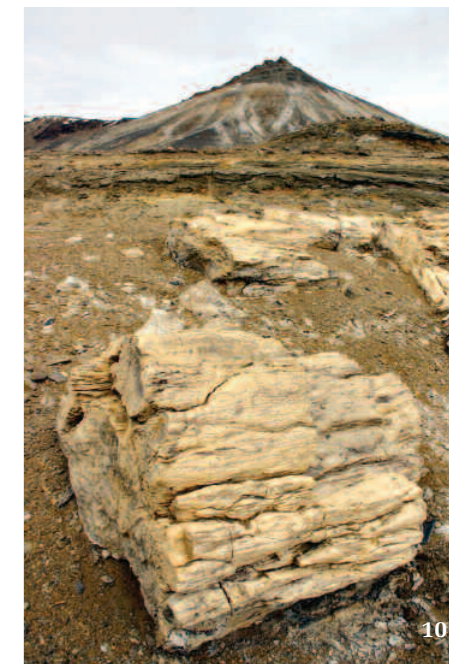
Biodiverzita

Kolik druhů terestrických organismů vlastně obývá Antarktidu? To je otázka, která ještě dlouho nebude zodpovězena. Jednak byla zatím podrobněji prozkoumána jen malá část z potenciálně významných lokalit, jednak většina taxonomických okruhů dosud nalezených organismů teprve čeká na důkladnou revizi, a to včetně stanovení příbuznosti pomocí moderních molekulárních metod. Nicméně hrubý odhad druhové bohatosti hlavních skupin

autotrofních makroorganismů lze již dnes provést.

Cévnaté rostliny jsou zastoupeny pouze dvěma druhy – *Colobanthus quitensis* z čel. hvozdíkovitých (*Caryophyllaceae*) a tráva *Deschampsia antarctica* z čel. lipnicovitých (*Poaceae*). Jejich rozšíření je navíc omezeno pouze na klimaticky nej příznivější severozápadní část Antarktického poloostrova a přilehlé ostrovy. Kapradosty nenajdeme v Antarktídě žádné.

Na mechorosty je však Antarktida již poměrně bohatá – dosud bylo nalezeno 104 druhů mechů (*Bryophyta*) a 27 druhů jätrovek (*Marchantiophyta*). Ještě druhově bohatší skupinou jsou lišejníky (*Lichenes*, 380 druhů). Nelichenizované houby z různých taxonomických skupin jsou pravděpodobně neméně druhově početné, ovšem jejich podrobnější výzkum nebyl dosud proveden. Stejně tak dosud stále nemáme dostatek přesnějších údajů o zastoupení terestrických řas a prokaryotních organismů (včetně autotrofních sinic), jejichž počty budou řádově ve stovkách druhů. Na autotrofní rostliny je existenčně napojena celá řada zástupců terestrické mikrofauny, zejména roztočů (*Acar*), jichž bylo dosud nalezeno 30 druhů, a chvostoskoků (*Collembola*, 8 druhů).



Naprostou většinu druhů terestrických organismů můžeme nalézt v oblasti Antarktického poloostrova a přilehlých ostrovů, přičemž i v rámci této oblasti lze pozorovat strmý úbytek druhové bohatosti s přibývajícím stupněm zeměpisné šířky. V jiných (většinou pobřežních) nezaledněných oblastech Antarktidy, ať už v oblasti Rossova moře (Suchá údolí, viz obr. 1) či na východní straně kontinentu se již vyskytuje jen zlomek ze shora uvedených počtů druhů. Zájemce o podrobnější informace týkající se biodiverzity různých oblastí Antarktidy a možného přežívání některých zástupců původní flóry a fauny v periodách velkého zalednění odkazují na nové práce publikované v časopisech *Journal of Biogeography* 2007, 34: 132–146, a *Science* 2007, 317: 1877–1878.

Pro toho, kdo touží vidět či dokonce objevovat nějaké zcela nové exotické druhy, Antarktida rozhodně není zemí zaslíbenou. Více vzrušení však přináší tomu, kdo se chce něco dovědět o způsobu přežívání terestrických organismů v mimořádně nepříznivých podmínkách, které v Antarktídě panují. Právě této problematice se budeme věnovat v dalších pokračováních seriálu.

Ekologie ve 21. století

25. – 27. dubna 2008, Třeboň

**Zakládající konference
České společnosti pro ekologii**

<p>Zaměření a odborný program</p> <p>Konference pokrývá celou oblast ekologie od úrovně organismů přes populace, společenstva až po úroveň ekosystému, a to ze všech říší organismů. Vítány jsou příspěvky ze všech oblastí teoretické, praktické a aplikované ekologie.</p> <p>Konference si klade za cíl rozvinout diskusi nad výzvami české ekologie ve 21. století a poskytnout tak východiska pro další aktivity České společnosti pro ekologii. V rámci konference proběhne diskuse o cílech a směřování společnosti, přihlášení nových členů a volba výboru ČSPE.</p>	<p>Vědecké sekce</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Populace a společenstva 2. Ekosystémy 3. Biodiverzita, makroekologie, globální procesy 4. Ekologie krajiny a krajinné změny <p>Diskusní bloky</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vzdělávání a výuka v ekologii 2. Aplikovaná ekologie a environmentální politika 	<p>Přihláška, informace</p> <p>www.cspe.cz/konference</p> <p><i>Chcete se podílet na rozvoji a směřování ekologických oborů? Přijďte do Třeboně a zapojte se do práce ČSPE!</i></p> <p>Konference je podporována grantem British Ecological Society (BES).</p> <p>Kontakt: Česká společnost pro ekologii o.s. Branišovská 31, 370 05 České Budějovice cspe@prf.jcu.cz, www.cspe.cz</p>
---	--	--