

# Mrazivá existence



Když jsme se v kapitole „Jako v peci“ ploužili rozpálenou pouští a sledovali uhánějící dlouhonohé mravence, jak si dávají pozor, aby se tělem nedotýkali písku a nezdržovali se dlouho na přímém slunci, netoužili jsme po ničem jiném než po malém ochlazení. Toho se nám teď dostane měrou vrchovatou, ale asi ne zrovna v té nejpřívětivější podobě. Všude kolem je totiž sníh a led a zima, až praští. Arktida s Antarktidou sice nevypadají jako úplně ideální místa k životu, ale potom, kde všude už jsme ho našli, nepřekvapí, že se mu docela

dobře daří i na nejchladnějších místech planety.

Život v takovém prostředí se samozřejmě neobejde bez mimořádných adaptací, jež se mohou týkat chování, stavby nebo vnitřního fungování organismu. Prvořa-

dým cílem je však ve všech případech minimalizovat v mrazivém podnebí ztráty tělesného tepla, jehož výroba tu není vůbec levná. K behaviorálním (týkajícím se chování) adaptacím patří snížená aktivita v nejmrazi-



Zimní arktická krajina

vějších měsících, ale i prostý fakt, že někteří živočichové se do polárních krajín vydávají jen v létě a chladnější období roku tráví v mírnějších zeměpisných šířkách. Pokud jde o trvalé obyvatele nejchladnějších míst, převládají tu savci

a ptáci coby zástupci teplokrevných, respektive *endotermních* živočichů.

Ikonickým obyvatelem arktických oblastí je medvěd lední. Ten se ztrátám drahocenného tepla brání dokonalou izolací tvořenou hustou srstí (krycí chlupy

jsou dokonce duté, což snižuje přenos tepla) a poctivou vrstvou podkožního tuku. Na hustý, nepromokavý kožich a tukovou tkáň sází také polární liška, která bez potíží snáší teploty nižší než  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ta se medvědovi podobá i bílým kožichem, jenž

## Studená a teplá?

Pojmy teplokrevnost a studenokrevnost, jakkoli zavedené, nejsou pro popis reality úplně vhodné, poněvadž kdejaký studenokrevný živočich má leckdy stejně teplou nebo ještě teplejší krev než tvor teplokrevný. Podstata spočívá v tom, že teplokrevní nebo lépe **endotermní** či **homiotermní** živočichové svou tělesnou teplotu přísně regulují – po určitou dobu si dokážou zachovávat stálou teplotu těla, téměř bez ohledu na okolní podmínky (v chladu zejména zvýšenou produkcí tělesného tepla, v horku se naopak musí aktivně ochlazovat, jak jsme viděli v kapitole „Jako v peci“). K endotermům patří pouze ptáci a savci. Všichni ostatní živočichové, od hmyzu po ryby a plazy, a vlastně i rostliny, jsou tedy studenokrevní (správněji **ektotermní** či **poikilotermní**), což znamená, že jejich tělesná teplota závisí na teplotě okolí – proto se třeba plazi vyhřívají na slunci. I někteří ektotermové však dokážou pomocí svalové aktivity po omezenou dobu generovat vnitřní teplo. Každá strategie má své výhody i nevýhody. **Endotermie** organismům umožňuje například život v chladných oblastech či možnost zůstat aktivní v noci, kdy jejich tělo neprohřívají sluneční paprsky. Na druhou stranu je velmi energeticky nákladná a endotermní živočichové musejí konzumovat mnohem větší množství potravy než ektotermové, aby si udrželi svou optimální tělesnou teplotu (a čím nižší je okolní teplota, tím je rozdíl mezi oběma strategiemi markantnější). Aby se náklady alespoň trochu snížily, disponují endotermové řadou adaptací, jak zabránit úniku tepla. Někteří potom zimní období přečkávají ve stavu hibernace neboli zimního spánku (u rostlin se tomu říká *dormance*).



Želva na slunci

jí v zimních měsících propůjčuje dokonalé krycí zbarvení. Na rozdíl od medvěda však v létě bílou vymění za tmavší odstín. Podobnou strategii využívá i další obyvatel polárních krajín, hrnostaj, jenž patří mezi lasicovité šelmy a setkat se s ním můžete i u nás (od lasice kolčavy ho poznáte podle černé špičky ocasu). Vedle dalších obyvatel arktických oblastí, jako jsou vlk arktický, sob polární či sovice sněžní, která vzácně zabloudí až k nám, i když obvykle zimuje severněji, zde najdeme také bohatý mořský život, například různé druhy tuleňů (hlavní kořist ledních medvědů, kteří jsou

velmi zdatnými plavci) či mrože.

S mrazem se však budou vypořádat i někteří ektotermní živočichové, ačkoli ti se musejí vzdát jakékoli aktivity a doufat, že nepříznivé podmínky nějak přechkají. Smrti mrazem se brání třeba tím, že snesou částečné zmrznutí, snižují množství vody v těle, popřípadě produkují jakési nemrznoucí směsi (a leckdy využívají kombi-

naci několika uvedených strategií). Někteří severoameričtí skokani díky tomu přežijí i prochlazení těla na  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  a nevadí jim ani opakované mrznutí a tání. Proslulý je co do výdrže i severoamerický brook lesák *Cucujus clavipes*, jenž vydrží pokles tělesné teploty na skoro 60 stupňů pod



Medvěd lední



### Nezničitelní prckové

Popravdě želvušky – maličkatí, maximálně půl druhého milimetru dlouzí živočichové, kteří na Zemi žili už před půl miliardou let a dnes jsou zastoupeni asi devíti stovkami různých druhů –, by klidně mohly být čestnými zástupci většiny předchozích kapitol, neboť jejich schopnost snášet ty nejextrémnější podmínky je úchvatná. Nejenže přežijí teplotu přesahující  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ale vydrží také mráz blížící se absolutní nule ( $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Najít se dají v Himálaji, více než pět a půl kilometru nad mořem, v termálních jezírkách, na dně oceánu nebo právě na Antarktidě. Jejich tělo snese obrovský tlak, ještě několikanásobně vyšší, než jaký panuje na dně Mariánského příkopu. Během pozoruhodného experimentu želvušky přežily i pobyt ve vesmíru, kde byly vedle mrazu vystaveny také ničivému ionizujícímu záření, přičemž některé samičky poté bez skrupulí nakladly životaschopná vajíčka. Jak to propána dělají? Patrně nejsou přizpůsobené každému z těchto prostředí zvlášť, ale spíše disponují několika zásadními adaptacemi, jež jim umožní přestát rozličné extrémní podmínky. K těmto přizpůsobením patří pozastavení všech životních dějů, vyplavování cukru trehalózy, který jejich tělo v podstatě zakonzervuje (všechny druhy to však neumí), možnost bez újmy téměř vyschnout, tvorba bílkovin ochraňujících DNA či schopnost poškozenou DNA rychle opravovat. Jakmile se podmínky zlepší, vrátí se želvušky čile k životu.



Želvušky jsou neuvěřitelně odolní tvorové.

Severoamerický skokan lesní přežije, i když se mu část těla promění v led.



Tuleň leopardí



nulou. Jednoznačnými rekordmany jsou potom želvušky, které nezabije ani teplota blízká absolutní nule. V souvislosti s arktickou polární oblastí je třeba zmínit i štětconoše *Gynaephora groenlandica*, jenž patří k vůbec nejseverněji žijícím motýlům (až za 70° severní šířky). Není to však nic snadného. Většinu přibližně sedm let dlouhého života totiž štětconoš tráví v podobě larvy, která je hustě porostlá chloupky a aktivní může být jen v nejteplejších obdobích roku, kdy musí zkonsumovat maximum potravy, načež pak během jednoho léta, když přijde čas, prodělá celý zbytek životního cyklu od zakuklení, vylíhnutí dospělce, spáření, naklazení vajec a vylíhnutí nových housenek.

Když se přesuneme za jižní polární kruh, krajina i fauna se výrazně promění. Už žádní lední medvědi ani polární lišky. Pokud jde o suchozemské savce trvale žijící na Antarktidě, kde se průměrná teplota po většinu roku a na většině území

pohybuje výrazně pod nulou, nenajdeme ani jednoho. V okolním oceánu se však dá narazit na různé mořské savce, třeba tuleně Wedellova. Jak už jsme zmínili v jedné z předchozích kapitol, Antarktida je dle definice největší poušť světa, takže tu není jen hrozná zima, ale též značný nedostatek srážek, čemuž odpovídá i zdejší flóra. Vedle lišejníků a mechů zde najdeme jen dva zástupce

Krunýřovka krillová



## Polární konzervy

Jezero na Antarktidě? Ne, není to omyl. Na tomto mrazivém kontinentu existují dokonce desítky jezer, jen nejsou zrovna ideální ke koupání, protože se skrývají více či méně hluboko pod ledem, popřípadě mají nějaký jiný háček (s některými jsme se setkali již v kapitole „Sůl nad zlato“). Tím nejslavnějším je patrně jezero Vostok, které se nachází asi 4 kilometry pod stejnojmennou polární stanicí, vybudovanou v roce 1957 nedaleko jižního magnetického pólu. Ta se proslavila mimo jiné tím, že zde byla v roce 1983 naměřena nejnižší teplota na Zemi:  $-89,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Součástí zdejších vědeckých aktivit se stalo i zkoumání minulosti zakonzervované v polárním ledu, a když se vědci před lety dostali do hloubky přes 3,5 kilometru, kde je led starý přes 400 000 let, zjistili, že o něco hlouběji leží rozsáhlé jezero. To se zde zachovalo z dob, kdy

bylo na Antarktidě mnohem tepleji než dnes. Časem, patrně již před miliony let, však jezero pokryl led, který veškerý život v jezeře odřízl od zbytku světa. Podle nedávného zkoumání ledu nad vodní plochou (sondy nebyly zavedeny až do vody, aby nedošlo k její kontaminaci) však zdejší organismy zcela nevymřely a extrémním podmínkám se zvládly přizpůsobit. V jezeře Vostok zřejmě prosperuje rozsáhlá komunita mikrobů a nelze vyloučit, že je zdejší ekosystém ještě bohatší. Analýzy DNA totiž naznačují, že tu přežívají i složitější organismy jako houby, měkkýši nebo členovci, a podle některých badatelů dokonce také ryby! V souvislosti s jiným z antarktických jezer skrytých pod silnou vrstvou ledu padla i zajímavá možnost, že organický uhlík zdejší mikrobi získávají z pozůstatků dávno pohřbených lesů, jež kdysi Antarktidu pokrývaly.





Tučňáci císařští

krytosemenných rostlin: druhy *Deschampsia antarctica* (patří mezi lipnicovité) a *Colobanthus quitensis* (hvozdíkovité). To by byl vskutku chabý základ pro zdejší, ne zase tak chudý ekosystém. Kde tedy ten základ je? Primární producenti se skrývají jinde – v antarktických vodách. V nich najdeme různé řasy a především hojnost fytoplanktonu (jednobuněčné fotosyntetizující organismy), jenž v létě produkuje ohromné množství biomasy. Ta následně poslouží jako potrava primárním konzumentům, například drobnému koryšší krunýřovce krillové, a ti zase

představují bohatý zdroj pro další článek řetězce. V moři to tedy opravdu žije a některým tvorům se podle všeho daří i v antarktických jezerech (viz *Polární konzervy*). Tak jako patří k severnímu pólu lední medvěd, jsou neodmyslitelnou součástí toho jižního tučňáci, i když zdaleka ne všichni tučňáci tráví život v třesnutých mrazech. Některé druhy obývají mnohem teplejší oblasti. Vzhledem k tématu této kapitoly pro nás bude zdaleka nejdůležitějším největší a nejodolnější z tučňáků, tučňák císařský. S přečkáním kruté polární zimy, kdy se teploty pohybují hluboko

pod bodem mrazu, mu pomáhá celá řada adaptací. Vedle těch tělesných, jako jsou tuková vrstva, neprodyšný tělní pokryv (velmi husté a tuhé promaštěné peří) či minimalizace ztrát tepla dýcháním, využívají tučňáci i těch behaviorálních, zejména život v koloniích, kde se k sobě choulí desítky i stovky zvířat. Tím zabraňují dalším tepelným ztrátám, které by zdejší silné větry ještě umocňovaly (ostatní tučňáci tak společenští nejsou).

Pozoruhodný je i způsob rozmnožování tučňáků císařských. To totiž probíhá v silném mrazu během polární

zimy a samice snášejí jen jedno vejce. Vzhledem k tomu, že jde o činnost velmi vyčerpávající, opatrně vejce předá samci a z hnízdiště se asi na dva měsíce vydává zpátky k moři, aby doplnila zásobu energie. Samec se mezitím o vejce stará – má ho položené na nohou, aby nebylo v kontaktu s ledem, a vlastní kůží jej chrání před nepříznivými vnějšími vlivy (sám po většinu času hlídání spí).

Práce je to nesmírně zodpovědná, protože stačí jediná chyba a mládě nepřežije. Pokud se náhodou vylíhne před návratem samice, péče v žádném případě nekončí. Samec dokonce produkuje jakési „mateřské mléko“, kterým může mládě krmit, než se vrátí matka. Možná zní takový způsob rozmnožování neprakticky, ale díky tomu, že se mládě narodilo už v zimě, má v příhodnějším

letním období dost sil, aby se s celou kolonií vydalo k moři, kde nabere energii na přečkání další dlouhé polární zimy. I když na pevnině působí trochu nemotorně, v oceánu jsou masožraví tučňáci pravými mistry. Loví především ryby, ale sem tam si dají i něco menšího, a dokážou se potopit i do více než půlkilometrové hloubky, přičemž zadržují dech až na 22 minut.



Jako řada jiných savců přežívá zimu ve stavu hibernace i sysel Parryův, jehož tělesná teplota ale může v arktických mrazech klesnout až k  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aniž by došlo k poškození tkání.