

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 5

Série 1 – řešení

Milí řešitelé,

dostává se Vám do rukou řešení první série tak trochu jubilejního pátého ročníku. Doufáme, že Vás naše úlohy bavily a zároveň jste si díky nim rozšířili své biologické obzory. Mnoho úspěchů v novém roce nejen při luštění dalších sérií Biozvěstu Vám přeje kolektiv autorů.

Úloha 1: Adéla ještě nevečeřela

Autor: Kateřina Kubíková

Počet bodů: 19

V této úloze se podíváme na zoubek masožravým rostlinám. V současné době známe masožravost asi u 500 popsaných druhů rostlin (některý z nich už určitě většina z vás někdy pěstovala doma, nebo se o to alespoň pokoušela) z deseti různých čeledí. Kořistí většiny z nich se nejčastěji stává hmyz, ale řada druhů nepohrdne ani prvky či koryši, a některé si poradí i s drobnými obratlovci.

1. Začneme trochou „dědkologie“. Kdo a kdy jako první použil pojem „masožravost“ v souvislosti s rostlinami?

Tento termín v souvislosti s rostlinami použil poprvé francouzský encyklopedista Denis Diderot v druhé polovině 18. století ve svém díle *Éléments de physiologie*.

celkem 1 bod

za Diderota 0,5 bodu

za 18. století 0,5 bodu

2. Masožravost se u rostlin pravděpodobně vyvinula jako přizpůsobení nedostatku živin (ve formě přímo přijatelné rostlinami) v prostředí, ve kterém rostou. Umožňuje jim proto obývat ekosystémy s nižší konkurencí ostatních rostlin. O které konkrétní biotopy se může jednat? Jmenujte alespoň čtyři příklady. Jaký faktor je naopak obvykle limitující pro rozšíření masožravých rostlin? Nízké zastoupení kterých dvou prvků si masožravé rostliny „vysáváním“ své kořisti kompenzují nejvíce?

Jedná se typicky o ekosystémy, kde je přímo nedostatek biogenních prvků, nebo jsou zde tyto prvky vázány v mrtvé či živé organické hmotě ve formě, kterou rostliny primárně nemohou přijímat. Naopak obecně lze říci, že masožravé rostliny mají velké nároky na vlhkost a rostou na stanovištích, kde je (alespoň v určité roční dobu) dostatek vláhy, kterou potřebují pro funkci jejich lapacích a trávicích orgánů všech typů. Jde například o rašeliniště, slatiniště, prameniště, křemenné písky, oligotrofní vody, tropické lesy, mlžné lesy, ...

Hlavní význam masožravosti je příjem dusíku a fosforu (případně některých těžkých kovů), naopak minimální význam má příjem uhlíku (toho i masožravé rostliny naprostou většinu přijímají z atmosféry ve formě CO₂).

celkem 2 body

za každý příklad biotopu 0,25 bodu

za vlhkost jako limitující faktor 0,5 bodu

za každý prvek 0,25 bodu

3. Nyní už se přesuneme k tomu, jak to ty masožravky vlastně dělají. První, co musí rostlina udělat, aby si mohla pochutnat na svém masitém soustu, je nějakým způsobem svou budoucí kořist nalákat. To rostliny dělají – podle choutek kořisti – nektarem, zbarvením či vůní. Když se jim podaří nic netušící mušku (či cokoli jiného) přilákat, je nutné ji nějakým způsobem lapit. Masožravé rostliny si pro to vytvořily pestrou škálu způsobů a typů pastí. Doplň následující tabulku:

Tabulka mohla být vyplněna třeba takto, uznávala jsem jakékoli rozumné popisy principů pastí a jakékoli správné příklady rostlin.

Typ pasti	Princip fungování pasti (stačí stručně)	Příklad
lepkavý (adhezni) list	Přilákaná kořist je pomocí lepkavého sekretu tentakulí přilepena, pohyblivé tentakule se pak často snaží přenést kořist do středu listu (tigmotropismus) a list se ještě u některých druhů stáčí a obtáčí kořist tak, aby byla oblepena dostatečným množstvím trávicích enzymů a zároveň byla větší styčná plocha pro vstřebávání živin.	<i>Drosera rotundifolia</i>
láčka	Nádržka s trávicími enzymy, přilákaná kořist spadne dovnitř a systémem různých mechanismů je jí zabráněno/ztěženo uniknout (voskové žlázy na vnitřních stěnách, trichomy u ústí orientované směrem dolů, ...), někdy přítomné víčko, slouží jen jako „stříška“ a po chycení kořisti se neuzavírá.	<i>Sarracenia purpurea</i>
vrš (jedno-směrný tunel)	Původně z listů vytvořený „tunel“ s chlupy otočenými zpět, které brání kořisti návratu. Na konci tunelu je průsvitné políčko, kterým dovnitř prosvítá světlo a láká kořist k neexistujícímu konci tunelu, odkud není cesty zpět.	<i>Sarracenia psittacina</i>

sací měchýřek	Ze sacího měchýřku je aktivně vyčerpána voda (skrz symport s Cl^-), takže v nich vzniká podtlak, jestliže pak kořist (nejčastěji planktonní korýš) zavádí o trichom u ústí, past se otevře a díky tomuto podtlaku je kořist vcucnuta společně s vodou dovnitř pasti.	<i>Utricularia australis</i>
svírací (škeblovitá) čepel	Na každé polovině tohoto útvaru jsou tři trichomy, pokud se jich kořist přilákaná nektarem dotkne v krátké době dvakrát za sebou, čepele se sevrou a když je kořist příhodné velikosti, nemá šanci uniknout.	<i>Dionaea muscipula</i>

celkem 3,5 bodu

za každý popis principu pasti 0,5 bodu,

za každý název typu pasti a příklad rostliny 0,25 bodu.

4. Zkusme se nyní ještě trochu zamyslet nad vznikem takových obskurních útvarů. Kdybychom se podívali na fylogenetický strom a rozložení různých typů pastí masožravých rostlin, mohli bychom si všimnout nápadných podobností mezi lapacími mechanismy dosti nepříbuzných skupin. Třeba taková láčkovka (*Nepenthes*) a láčkovice (*Cephalotus*) s takřka totožnými pastmi patří do zcela odlišných řádů. Jak říkáme tomuto fenoménu, kdy v evoluci vícekrát nezávisle u nepříbuzných organismů vzniknou podobné znaky?

Konvergence.

1 bod

5. Je nasnadě, že takto komplexní struktury nevznikly ze dne na den. Jejich „předstupně“ pravděpodobně původně sloužily k jinému účelu. Vyber si dva typy pastí a zkus navrhnout, k čemu mohly být jejich „předstupně“ rostlině původně přínosné. Jak se říká vlastnosti, která původně plnila jinou funkci a posléze se v nových souvislostech ukázala velmi výhodnou?

Například u láčky se předpokládá původně funkce nádržky na vodu, u lepkavého listu obrana proti hmyzím škůdcům. Nicméně měli jste soustu dalších originálních nápadů, které (pokud byly aspoň trochu reálné) byly samozřejmě také uznávány.

Exaptace (popř. dříve používaný termín preadaptace).

celkem 3 body

za každou past 1 bod

za exaptaci 1 bod

6. Proč tentakule rosnatek nemůžeme označit jako trichom? (Zamyslete se nad původem trichomu a anatomickou stavbou tentakule).

Trichom je čistě derivátem pokožky (proto např. neobsahuje chloroplasty), tentakule je složitější struktura odvozená i od jiných rostlinných pletiv, což se dá velmi snadno poznat (již při pouhém pohledu pod mikroskopem), například podle přítomnosti cévního svazku.

1 bod

7. I masožravé rostliny ovšem občas potřebují, aby hmyz jejich návštěvu přežil – většina z nich je entomogamních. Popište tři strategie, které masožravé rostliny mohou použít a používají, aby omezily případy sežrání svého opylovače.

Existují tři základní způsoby, které většina rostlin různě kombinuje:

Prostorové oddělení – mít květy co nejdál od pastí (např. pastí v přízemní růžici a květy na vrcholu dlouhého stonku).

Oddělení časové – kvetení v době, kdy jsou pastí „vypnuté“. Příkladem mohou být zástupci rodu *Sarracenia*, kteří kvetou brzy na jaře před vytvoření nových pastí (ty na podzim opět odumírají).

Rozdílná lákadla a tedy odlišní opylovači a kořist – jednotlivé druhy hmyzu se liší tím, na co (např. na jakou vůni) se nechají přilákat – třeba moucha (kořist) a čmelák (opylovač) v případě některých mucholapek mají hodně rozdílné choutky, tento způsob je většinou kombinován s některým z předešlých dvou oddělení.

celkem 3 body

za každý mechanismus 1 bod

8. Tak kořist už máme lapenou, otázkou ale zůstává, co teď s ní? Jak z kořisti udělat roztok živin, který by byl pro rostlinu vstřebatelný? Pomáhá jim v tom obvykle celá škála trávicích enzymů.

- a) Napiš alespoň tři konkrétní enzymy, popř. typy enzymů, kterými masožravé rostliny často disponují.

Proteázy, chitinázy, glukosidázy, nukleázy, ...

celkem 1,5 bodu

za každý příklad 0,5 bodu

- b) U některých rosnatek (např. *Drosera pygmaea* či *Drosera peltata*) naopak díky jejich způsobu výživy pozorujeme omezenou funkci i množství jiného enzymu. Díky tomu se stávají více závislé na příjmu dusíku z živočišné potravy. O kterém enzymu je řeč a k čemu jinak rostlinám slouží?

Řeč je o nitrátreduktáze, která rostlinám běžně slouží k redukování dusičnanů na dusitany, což pro rostliny významný způsob získávání dusíku z půdy. Pro masožravky příjem dusíku z půdy není tak podstatný – získávají ho ve „výhodné formě“ ze své kořisti.

1 bod.

- c) **Některé rostliny chytající živočišnou kořist enzymy zmiňované v podotázce a) nevyrábějí. Kdo jim může pomoci získat z úlovku živiny? Zkus vymyslet dvě různé možnosti. Napovím, že v první z nich hrají zásadní roli jednobuněčné organismy, ve druhé mnohobuněčné.**

Některé rostliny lapající hmyz (např. rody *Brochinia*, *Heliamphora* a *Darlingtonia*) spoléhají prostě na mikrobiální rozklad exoenzymy všudypřítomných mikroorganismů.

Jiným mechanismem je symbióza s mnohobuněčnými organismy, kterým rostlina nachytá kořist a nechá je na sobě jako na prostřeném stole hodovat. Ona sama pak využívá živiny z následného hnojení ve formě trusu svého hosta. Rostliny rodu *Roridula* (chejlava) mají takovýto mutualistický vztah s plošticemi rodu *Pameridea*, které se díky speciálním adaptacím dokáží bez problému pohybovat na jejich lepivých listech a živit se polapeným hmyzem. U některých láčkovek se dokonce uvádí symbiotický vztah s žábami, které sedí na rostlině tak, že mají zacíleno na nektaronosnou část lákající hmyz a zároveň jejich trus padá přímo do láčky. Láčkovka *Nepenthes bicalcarata* zase nechává mravence *Camponotus schmitzi*, aby z láčky vybírali větší kořist, jež by byla pro láčkovku příliš velká na to, aby si s ní poradila. Živiny z ní opět rostlina získává zprostředkovaně skrze exkrementy či uhynulá těla mravenců.

celkem 2 body
za každou možnost 1 bod.

Úloha 2: Deriváty mitochondrií I

Autor: Radek Vítek

Počet bodů: 16

Mitochondrie je buněčná organela, které má důležitou úlohu téměř u všech eukaryot. Zásobuje buňku energií ve formě ATP, produkuje teplo, dochází v ní k syntéze důležitých sloučenin. ATP je sloučenina obsahující makroergní vazbu, což znamená, že při jejím hydrolytickém štěpení se uvolní velké množství energie. Právě tato energie může pohánět řadu reakcí na buněčné úrovni. ATP může vznikat i v cytoplazmě, ale v mitochondrii ho vzniká řádově větší množství. U některých organismů ale během evoluce došlo k určitým modifikacím, v závislosti na způsobu života. Tyto změny mají pak následně velký dopad na fungování celé buňky, a to hlavně na její energetický metabolismus.

1. **Mají opravdu všechna eukaryota mitochondrii? Dohleďte organismus, který mitochondrii nemá, a uveďte, jaká skupina vědců za tímto objevem stála a rok, kdy byl objev publikován.**

Jedná se o oxymonádu z rodu *Monocercomonoides*, symbiont z trávicí soustavy činčily. Přímou byl zkoumán kmen pod označením *Monocercomonoides* PA 203. Na objevu se podílel tým vědců doc. RNDr. Vladimíra Hampla, Ph.D., z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, hlavní autorkou studie byla Anna Karnkowska, Ph.D. Objev byl publikován v roce 2016.

celkem 1 bod
za uvedení organismu 0,5 bodu
za uvedení výzkumného týmu a roku publikování 0,5 bodu

2. **Jakou metodikou vědci potvrdili, že v organismu opravdu žádná mitochondrie není (stačí stručně popsat, na co přesně se tým zaměřil, není třeba rozvádět dopodrobna molekulární metody)? Z výsledku zkoumání uveďte, co například organismus postrádal (stačí uvést 3 absentující prvky, na něž se metodika zaměřila).**

Vědci se zaměřili na mitochondriální proteiny, resp. zkoumali transkriptom genů (genů převáděných do mRNA). V transkriptomech se hledaly sekvence specifické pro mitochondriální geny a z nich následně vzniklé proteiny. Z výsledků vyplynulo, že organismu chybí proteinové komplexy jako TIM (Translocase of the Inner Membrane), TOM (Translocase of the Outer Membrane) a SAM (S-adenosylmethionin syntetáza). Také nebyly nalezeny známky homologů mitochondriálních proteinů tepelného šoku jako Hsp70 a Cpn60. Též chybí mitochondriální proteosyntetický aparát a mitochondriální proteiny pro syntézu Fe-S clusterů.

celkem 3 body
za nastínění metodiky 2 body
za uvedení tří chybějících proteinů (či proteinových komplexů) 1 bod
popřípadě za uvedení 2 proteinů (či proteinových komplexů) 0,5 bodu

3. **V mitochondrii vznikají důležité kofaktory enzymů, které mají důležitou roli v přenosu elektronů. Právě kvůli syntéze této molekuly má mnoho jedinců nějakým způsobem mitochondrii zachovanou, popřípadě i plastid, ve kterém k syntéze dochází také (například u skupiny Apicomplexa). Napište název důležitého kofaktoru a způsob, jakým si ho obstarává výše zmíněný organismus.**

Jedná se o železo-sírné cluster (Fe-S cluster), které jsou součástí metaloproteinů. Oxymonáda je běžně syntetizuje, ale geny pro syntézu už nemá vlastní (původně z mitochondrie) – získala je horizontálním genovým přenosem od bakterie. Oxymonády tak získaly enzymatický systém SUF (Sulfur Mobilisation System), který je lokalizován v cytoplazmě.

2 body
1 bod za uvedení Fe-S clusterů
1 bod za uvedení způsobu syntézy

4. Při řešení předchozích otázek jste určitě narazili na pojem mitosom. Mitosom je organela, která se vyskytuje u protist se specifickým způsobem života.

a) U jakých 2 skupin se organela nachází a jaký mají společný životní nárok?

Můžeme ji nalézt například u skupin Microsporidia a Metamonada. Organela se nachází u anaerobně žijících protist. Jsou to tedy podmínky, které jsou společné pro trávicí soustavu, různé fermentační substráty a jiná bezkyslíkatá prostředí.

za uvedení skupin a popis prostředí 1 bod

b) Jaké jsou rozdíly mezi mitosomem a mitochondrií? (popiš membrány, genetickou informaci, ...)

Mitosom podobně jako mitochondrie obalují 2 membrány, vnitřní ale netvoří křisty, a neobsahuje žádnou genetickou informaci. Veškeré geny jsou už z mitosomu přeneseny do jádra. Geny stále odpovídají těm, které jsou v mitochondriích ostatních protist, proto můžeme předpokládat, že mitosom je degenerovaná mitochondrie.

2 body

c) Jaké syntetické funkce si mitosom ponechal a jakou naopak ztratil?

Stále má zachovanou syntézu Fe-S klastrů, ale už se v něm neodehrává respirace, tudíž v něm nedochází ke vzniku ATP. Nedochází ani k syntéze hemu.

1 bod

5. Dalším derivátem je hydrogenosom. Ten se nachází u skupin, které žijí ve stejných podmínkách jako skupiny s mitosomem. Tyto dvě organely se však vzájemně liší v několika aspektech.

a) U jakých skupin se organela nachází (stačí vypsát dvě)?

Vyskytuje se například u skupin jako jsou Metamonada, Jakobida, Heterolobosea, Chytridiomycota. Můžeme je však nalézt i u vývojově pokročilejších skupin, jako jsou houby nebo živočichové. Jmenujme například korzetky (Loricifera) z řad živočichů. Z hub je to *Neocallimastix* (Chytridiomycota).

1 bod

b) Opět jej porovnejte s mitochondrií, porovnejte i syntézu Fe-S clusterů, hemu a ATP.

Hydrogenosom má opět 2 membrány, vnitřní ale tentokrát křisty tvořit může (například *Nyctotherus ovalis*). Tvoří i Fe-S clustery a hem. Co se týče genetické informace, většinou je to tak, že jsou geny kompletně přeneseny do jádra, ale u některých nositelů jsou zachovány (například *Nyctotherus ovalis*). Na rozdíl od mitosomu vytváří ATP.

2 body

c) Jaký je rozdíl v získávání ATP u jedinců s hydrogenosomem a mitochondrií (stačí popsat navázání fosfátové skupiny na ATP)?

Získávání energie je jiné než u mitochondrií, protože nositelé žijí v anaerobním prostředí. ATP je získáváno substrátovou fosforylací, zatímco v mitochondrii oxidační fosforylací při chemiosmóze.

1 bod

6. Z názvu je jasné, že hydrogenosom bude mít něco společného s vodíkem. Uveďte, jakou má vodík funkci a co ještě s vodíkem během metabolismu uhlovodíků odchází z organely?

Vodík je finálním produktem metabolismu uhlovodíků stejně jako oxid uhličitý a acetát (ionizovaná kyselina octová) při tvorbě ATP, které z organely také odchází. Vodík, přesněji molekulární vodík, vzniká sloučením 2 protonů a 2 elektronů, elektrony dodává ferredoxin.

celkem 1 bod

za uvedení funkce vodíku 0,5 bodu

za uvedení ostatních produktů metabolismu 0,5 bodu

7. Nositelem hydrogenosomu je například i druh *Nyctotherus ovalis*, který dokázal zrecyklovat i odpadní produkty hydrogenosomu. Napište, jak toho dosáhl.

Molekulární vodík a oxid uhličitý jsou živnou půdou pro symbiotická metanogenní archea. Ta využívají CO_2 a H_2 k produkci energie a vedlejším produktem je metan. Endosymbionti jsou namačkáni na povrch hydrogenozomů, ze kterých získávají potřebné molekuly.

celkem 1 bod

za uvedení symbionta 0,5 bodu

za uvedení zpracování CO_2 a H_2 0,5 bodu

Úloha 3: Zmatená manažerka

Autor: Kristýna Minářová

Počet bodů: 11

V polovině srpna do ordinace přichází **28letá** žena. Je zmatená, má **halucinace**. Tři dny má horečku **39 °C**, zimnici, třesavku. Při vyšetření se zadýchává, **kašle**. Vykašlává zelenožluté, **hnisavé sputum**. V ambulanci dvakrát **zvracela**. Vadí jí světlo a hluk. Od včerejška má průjem. Měla asi 10 vodnatých zelených stolic, bolí ji břicho. Přichází v doprovodu svého přítele, který udává, že zmatená je asi 3 dny, a to i v době, **kdy nemá horečku**. Dosud pacientka závažněji nestonala, pracuje v marketingové firmě v **klimatizované** budově řešené systémem open-space. V posledních třech měsících do zahraničí necestovala.

Při vyšetření je zjištěn **nízký tlak** s nutností oběhových podpor katecholaminy, **nízká saturace kyslíkem**, těžká **dušnost** s nutností podpor vysoké frakce kyslíku při inhalaci maskou. Pacientka je při příjmu **orientována pouze osobou**. Ostatní neurologický nález je zcela v normě, včetně **absence meningeálních příznaků**. Jsou přítomny známky závažné **dehydratace**. Hrdlo je klidné, tonsily nezvětšeny. Poslechově jsou zjištěny masivní **vrzoty a chropy v pravém horním a středním poli plic**. Břicho je měkké, **prohmatné**, palpačně nebolestivé, zjištěna **zvětšená játra** na 2 cm. Slezina nezvětšena. Tapotement je negativní.

Ve vstupní laboratoři zjištěna výrazná **leukocytosa** (vysoký počet bílých krvinek) s převahou neutrofilů a přítomností posunu doleva, hemoglobin v normě, mírná **trombocytopenie** – snížený počet krevních destiček. Rovněž zjištěny lehce **spontánně prodloužené koagulace**. Dále měla mimořádně **vysoké CRP**, lehce **zvýšené jaterní transaminázy** a **zvýšenou ureu a kreatinin**. V moči měla významnou **proteinurii** (bílkovinu v moči), hyalinní válce, erytrocyty, ale bez leukocytů a bez nitritů. Pacientka při vyšetření neměla menstruaci. V iontogramu byl **nízký draslík**, sodík byl zcela v normě. Při vyšetření acidobazické rovnováhy byla zjištěna lehká acidosa s **převahou respirační alkalosy**. (Více informací k hodnocení laboratoře najdete v loňském seriálu „Hodnocení základní laboratoře“, konkrétně 3. díl série „Ledviny a udržení homeostasy“.)

Tučně zvýrazněné jsou podstatné informace, které slouží jako vodítko. Dále si vysvětlíme proč...

1. O jaké onemocnění se nejspíše jedná? Víte, jaký je původce pacientčina onemocnění?

Jedná se o legionellosu. Při příjmu by stačilo uvést zápal plic, nicméně vzhledem k ostatním příznakům se jedná o učebnicový příklad legionellosy. Původce se jmenuje *Legionella pneumophila*, jedná se o intracelulární gramnegativní bakterii žijící v měňavkách, které se vyskytují v teplých vodách. Typicky bývá nalézána v klimatizacích, bazénech, vodovodních řadech. Občas se vyskytne v nemocnicích jako nosokomiální nákaza.

celkem 2 body
za zápal plic 1 bod
za identifikaci původce 1 bod

2. Věděli byste kdy, kde a při jaké příležitosti se tak stalo?

21.června 1976 při příležitosti setkání bývalých legionářů Americké legie v The Bellevue-Stratford Hotel ve Philadelphii. Hospitalizováno bylo celkem 130 lidí, přičemž 25 z nich zemřelo.



Obr. 1: The Bellevue-Stratford Hotel, zavřený v listopadu 1976, 4 měsíce po epidemii legionellosy, při které zemřelo 25 bývalých legionářů.

1bod

3. Jaké příznaky jsou pro pacientčino onemocnění patognomické? Jinými slovy, které výše uvedené příznaky jsou součástí daného onemocnění.

Zcela typická je přítomnost neurologických příznaků, v našem případě halucinací. Samozřejmě, vzhledem k sepsi, v jaké se pacientka nachází, lze argumentovat, že dezorientace není při horečce nic výjimečného, zvláště při hypoxii, ke které dle všeho poslední 3 dny docházelo. Proto je v textu uvedeno, že pacientka má halucinace i při normální teplotě. Zmatenost u septických

stavů může být i u pacientů bez teploty, ale k tomu dochází u seniorů, nikoli u mladých lidí. Dále nás na legionellovou infekci směřují gastrointestinální příznaky. Samozřejmě, i u jiných septických stavů bývá průjem a zvracení, nicméně se jedná spíše o nízké frekvenční stolice a ojedinělé zvracení. Naše pacientka má 10 stolic denně, což už by mohlo svádět k falešné diagnóze infekčního průjmu. Dalším signálem, že nepůjde jen o obyčejný zápal plic, jsou zvýšené jaterní transaminázy, což je pro legionellu asi nejvíce charakteristické. A samozřejmě poslechový náález na plicích neomylně směřující k zápalu plic, ať už by jeho původce byl jakýkoli.

P.S.: skutečnost, že pracuje v open-space je sice dobré vodítko k legionellose, ale nejedná se o příznak, který by se na pacientce jakkoliv projevil. Proto nebude započítáván do výsledného hodnocení

*celkem 2 body
za každý příznak 0,5 bodu*

4. Naopak, jaké komplikace základního stavu má naše pacientka?

Dle všeho se jedná o sepsi, protože pacientka má hypotensi, tedy nízký tlak, dokonce s nutností oběhových podpor. Dušnost sice k zápalu plic patří, ale pokles saturace s nutností vysokých frakcí kyslíkových podpor už běžným standardem rovněž není. U této pacientky není vyloučeno, že bude vyžadovat umělou plicní ventilaci. Dále je přítomno poškození ledvin, nejspíše vlivem dehydratace, což ovšem nesouvisí s tím, že se jedná o legionellu, jako spíše projev celkově těžkého stavu. Rovněž porucha minerálů – hypokalemie – je spíše důsledkem poškození ledvin, než legionellosy. Dále má trombocytopenii a spontánně prodloužené koagulace – neklamná známka, že se u pacientky rozvíjí diseminovaná intravaskulární koagulopatie

*celkem 3 body
za každý příznak 0,5 bodu*

5. Navrhněte možnosti diagnostiky.

To, že se jedná s největší pravděpodobností o pravostranný zápal plic, lze prokázat na rentgenu plic. Jen z praktického hlediska podotýkám, že tato pacientka jednoznačně patří na jednotku intenzivní péče. A vzhledem k potřebě oběhových podpor a koncentrovaných roztoků draslíku je nezbytné, aby měla zavedený centrální žilní katetr. Ten se zavádí do podklíčkové žíly a po jeho zavedení je nutné provést kontrolní snímek hrudníku. Takže u pacientky, která má zápal plic slyšitelný ode dveří, nebudeme ztrácet čas posíláním na rentgen, když si ho stejně po zavedení katetru musíme udělat... Proto čas raději investujeme do užitečnějších činností – například zavedení zmiňovaného katetru, podání oběhových podpor, infusí, kyslíku, zajištění antibiotiky...

Vzhledem k tomu, že by teoreticky mohlo jít o velmi těžce probíhající zápal plic i díky jinému původci, je možné v případě nelepších se ventilačních parametrů provést CT hrudníku k vyloučení abscesu nebo výpotku. Nicméně v takovém případě bych na CT jela až teprve ve chvíli, kdyby pacientka byla zajištěná a dýchala za pomoci ventilátoru.

Dalším vyšetřením, které nepochybně provedeme, je odběr hemokultur. Nicméně v tomto případě se jedná spíše o forenzní záležitost, protože *Legionella pneumophila* roste pouze na speciálních půdách, na které není lahvička hemokultury připravená, takže nezachytíme nic. Legionellu, přesněji její antigen, lze ovšem prokázat v moči. Zachytit lze sice pouze genotyp 1, ale i tak se jedná o 80 % všech legionellos. Nepochybně je třeba poslat na kultivaci rovněž vykašlané sputum. Sputum není zrovna ideální materiál na kultivaci, protože bývá často kontaminován ústní florou. Ale již se dá myslet na legionellu a založit kultivaci na speciální půdu. Materiálem výtěžnějším než sputum by byl odsátý aspirát z dolních dýchacích cest, nebo ještě lépe bronchoalveolární laváž. Toto ovšem by šlo provést pouze v případě, že by se naše pacientka dostatečně zhoršila a vyžadovala umělou plicní ventilaci. Vzhledem ke špatnému zachytu agens z dýchacích cest je lepší provést diagnostiku pomocí PCR, kdy je zachycena DNA. Jedná se o citlivější vyšetření, ale protože nemáme živé bakterie, nezjistíme tak citlivost k antibiotikům. Naštěstí u *Legionella pneumophila* na tom nezáleží, protože nejsou známy rezistence, takže lze předpokládat citlivost běžné intracelulární bakterie.

*celkem 3 body
za každou možnost 0,5 bodu*

Úloha 4 (experimentální): Izolace DNA

Autor: Václav Bočan

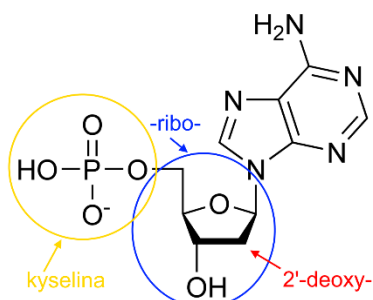
Počet bodů: 19

O DNA se někdy hovoří jako o „plánu života“ (z anglického „blueprint of life“). Tento příměr odkazuje ke klíčovému rolím, které tento biopolymer hraje při organizaci vzniku a fungování všech organismů. DNA lze chápat jako jakýsi software řídící vše živé. Izolace DNA jsou oblíbeným biologicko-chemickým pokusem, neboť k nim není třeba mnoho vybavení a fungují spolehlivě. Daní za to je značná nespecifita metody.

V bodování je samotná praktická část menšinová – daleko důležitější je pochopit smysl jednotlivých kroků spíše než získat jakýsi chrchel ve zkumavce. Velkou výhodou zde byly znalosti z chemie a biochemie; stejně tomu je v reálné laboratorní biologické práci.

1. V úvodu úlohy několikrát padla zkratka DNA. Přepište ji celými slovy a rozeberte, jak přesně byla tato složenina na základě chemické podstaty DNA vytvořena. Proč říkáme „ta DNA“, nikoli „to DNA“?

DNA = **deoxyribonukleová kyselina** (z anglického DeoxyriboNucleic Acid). Je to kyselina, neboť v molekule obsahuje zbytek **kyseliny fosforečné**. Jelikož se o ní vědělo, že se nachází v jádře buněk (nucleus), říká se jí **nukleová**. Dále obsahuje cukr **ribózu**, ovšem bez kyslíku na uhlíku 2' – tedy **2'-deoxy**. A jelikož je *ta* kyselina, je i *ta* DNA ☺.



Obr. 2: Strukturní jednotka DNA, tzv. 2'-deoxyribonukleotid (konkrétně 2'-deoxyadenosin monofosfát, dAMP). Barvy odpovídají barevnému kódu v textu.

celkem 1 bod

za zmínění anglického názvu 0,5 bodu

za zmínění kyseliny fosforečné, ribózy, jádra (nucleu), nepřítomnosti kyslíku na uhlíku 2' a správného rodu 0,5 bodu

2. Mezi vnějším okolím a DNA skrytou uvnitř buňky stojí v cestě několik bariér, které při izolaci musíme překonat. Jaké všemožné bariéry to mohou být a v jakém počtu? Jaké je jejich základní chemické složení?

Ve všech případech je přítomna minimálně jedna cytoplazmatická membrána (složena z proteinů a dvojvrstvy fosfolipidů). Eukaryotická buňka má navíc jadernou membránu (dvě dvojvrstvy fosfolipidů a proteiny). Další překážku tvoří buněčná stěna – z peptidoglykanů (u bakterií a archeí), polysacharidů (celulózy u rostlin, chitinu u hub, porůznu u protist) a různých anorganických minerálů (schránky křemičité, vápenaté, dokonce i ze stroncia...).

DNA ovšem není jen v jádře! Mitochondrie (+ její deriváty) je obalena dvěma membránami, plastidy dvěma až čtyřmi (ale možná i více). Seznam dalších možností by byl jistě velmi rozsáhlý (trávicí vakuola s kořistí, fotosyntetizující symbionti, nukleomorfy v chloroplastu, obalené viry...).

celkem 2 body

za zmínku o CM + složení (fosfolipidy i proteiny) 0,5 bodu

za zmínku o BS + složení (minimálně celulóza a peptidoglykan) 0,5 bodu

za zmínku o JM + počtu membrán 0,5 bodu

za zmínku o organelách + počtu membrán 0,5 bodu

3. Zkuste navrhnout, čím by se měl vyznačovat materiál, aby byl vhodný pro potřeby našeho pokusu.

Hlavní vlastnosti takového materiálu: Je snadno a levně dostupný ve velkém množství (tedy těžko třeba virion prasečí chřipky), snadno homogenizovatelný (tedy spíš banán než vlašské ořechy), čerstvý a „nepoškozený“ (DNA se po čase rozpadá, stejně tak i vlivem extrémních fyzikálních a chemických podmínek). Samozřejmě musí obsahovat DNA (což třeba neplatí pro červené krvinky člověka).

celkem 1 bod

za 4 vlastnosti 1 bod, za 2–3 vlastnosti 0,5 bodu

uznány byly i další rozumné odpovědi

4. A teď už k samotné izolaci! Trochu proradně vám zde neposkytneme žádný konkrétní návod, ale odkážeme vás na bezednou studnici informací, tj. internet (a samozřejmě i knihy, např. na některé učebnice biologie pro gymnázia a jinou školní literaturu). Zapátrejte a запиšte odkazy na alespoň tři různé protokoly izolace DNA.

Namátkou několik příkladů z mnoha:

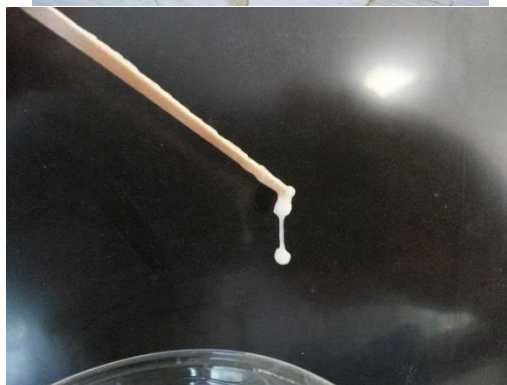
- <https://www.homesciencetools.com/a/how-to-extract-dna-at-home>,
- <http://www.3pol.cz/cz/rubriky/navody-na-pokusy/938-pokus-jak-ziskat-dna-z-cehokoliv-ziveho>,
- http://www.studiumchemie.cz/materialy/Ivana_Volmutova/nukleove_kyseliny/laboratorni_pokusy/pracovni_postup.pdf.

Ze školské literatury lze uvést např. Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část), Jan Jelínek, Vladimír Zicháček, Nakladatelství Olomouc ISBN 978-80-7182-338-4; v 9. vydání str. 533.

celkem 1 bod

za tři rozumné protokoly 1 bod, za dva 0,5 bodu

5. Vyberte si alespoň dva postupy izolace, které provedete. Budete nejspíš omezeni dostupným vybavením, proto požádejte svého vyučujícího chemie o klíče od skladu chemikálií ☺ (nicméně některé varianty lze provést i s tím, co máte doma). Vše zaznamenejte do protokolu a výsledek experimentu zachyťte na fotografii.



Obr. 3 a 4: Takto nějak může vypadat vysrážená DNA.

celkem 6 bodů

za dvě fotografie po 1 bodu

za sepsání postupu se všemi kroky (podle úkolu 7) po 1,5 bodu

za další podrobnosti (výčet chemikálií a náčiní, zapsané pozorování) po 0,5 bodu

6. Vámi izolovanou DNA lze namotat na špejli a vytáhnout z roztoku. Můžete se oprávněně domnívat, že pozorovaný chuchvalec obsahuje pouze DNA? Co jiného může být ve sraženině přítomno?

Naše metody izolace jsou příliš hrubé a primitivní, abychom jimi izolovali DNA čistou. Významný obsah ve sraženině mají též proteiny a RNA, která se chemickými vlastnostmi DNA značně podobá.

celkem 1 bod

za zmínku o proteinech o 0,5 bodu

za zmínku o RNA 0,5 bodu

7. Mezi různými návody na izolaci DNA jste jistě zachytili určitou podobnost. Zkuste sepsat obecný protokol izolace, který bude obsahovat všechny důležité kroky spolu s výčtem konkrétních možností jejich realizace, a u každého bodu též doplňte, co se v něm s biologickým materiálem děje a proč nelze ten který krok vynechat.

Obecně si představuji protokol takto:

- Mechanické zpracování materiálu (homogenizace) – rozrušení struktury tkáně/pletiva, uvolnění jednotlivých buněk z mezibuněčné hmoty, porušení buněčných stěn (např. mražení, roztlučení v tloučku, krájení najemno...). Při přeskočení se neuvolní dostatek DNA z buněk, neboť ty zůstanou nepřístupné detergentu.
- Přidání detergentu – rozpuštění fosfolipidových membrán (a dalších lipofilních látek); tím se uvolní DNA z cytoplazmatické a jaderné membrány, případně z mitochondrií a plastidů (např. JAR, mýdlo, šampon, dodecylsírán sodný, prací prášek...). Pokud krok neprovedeme, DNA se uvolní jen z malého počtu buněk, tudíž by sraženina nebyla pozorovatelná.
- Přidání alkoholu – vysokoprocenní alkohol se při opatrném převrstvení nemísí s vodou a vytvoří lehčí frakci nad ní. DNA není obecně v alkoholech moc rozpustná, proto se v nich sráží (např. ethanol, isopropanol, vysokoprocenní destiláty...). Bez přidání alkoholu se DNA vůbec nemůže vysrážet, zůstane rozpuštěna ve vodném roztoku.

Uznány byly i všechny rozumné variace.

celkem 6 bodů

za zmínku o každém ze tří bodů 0,5 bodu

za vysvětlení významu kroku 1 bod

za min. dvě realizace kroku 0,5 bodu

8. V jednom z návodů na podomácku provedenou izolaci je zmiňován jakýsi enzym, přítomný ve šťávě z ananasů nebo v roztoku na kontaktní čočky. Co to je (obecně) za enzym a k čemu by mohl být při izolaci DNA dobrý?

Jde o proteázu (enzym štěpící proteiny). Jeho přidáním můžeme získat čistší sraženinu DNA s menším obsahem proteinů.

Pro zajímavost, enzymový extrakt z ananasu se označuje jako bromelin a přidává se ke steakům, které jsou posléze křehčí (tj. částečně naštěpené enzymy). Proteázy v roztocích na kontaktní čocky mají za úkol rozložit nečistoty proteinové povahy a udržovat tak povrch čocky dokonale průhledný. O které enzymy konkrétně jde se dočtete např. zde: www.google.com/patents/US4749511.

za zmínku o proteázách 1 bod

Úloha 5: Klimatická podstata vzniku biomů

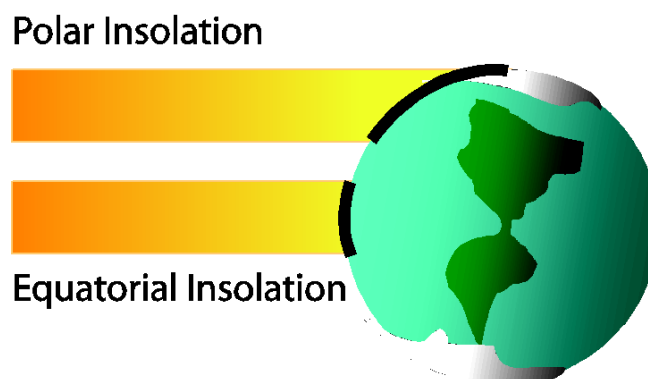
Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 12

Tak jako každý rok, poslední úloha Biozvěstu patří seriálu na vybrané téma. Letos vám přineseme seriál o biomech na Zemi. **Biom**y jsou základními typy pozemských **biotopů** a jejich rozšíření je na prvním místě dáno klimatickými faktory, které na konkrétním místě působí. První díl seriálu proto věnujeme právě klimatu.

Jaké jsou příčiny pestrosti klimatu na Zemi? Na prvním místě musíme jmenovat rozdílnou **teplotu**, což je v podstatě výchozí faktor, který ovlivňuje významně i všechny další faktory. Teplota zemského povrchu jednoduše souvisí s množstvím **slunečního záření**, které na konkrétní místo dopadá.

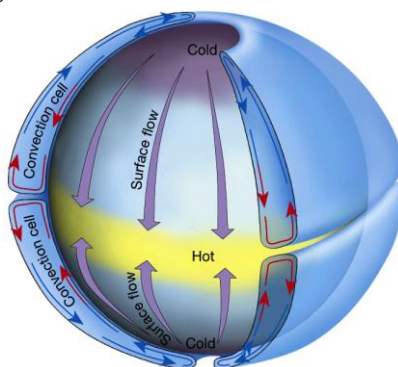
Protože Slunce je mnohokrát větší, než Země, dopadá na zemský povrch sluneční záření v rovnoběžných paprscích. Porovnáme-li dva stejné sluneční paprsky (nesoucí stejné množství světelné energie), z nichž jeden dopadne na **rovník** a druhý do **polárních** oblastí, tak je jasné, že z důvodu kulatosti planety je ten rovníkový pohlcován mnohem menší plochou, tudíž způsobí výraznější zahřátí povrchu (obr. 5).



Obr. 5: Povrch na rovníku je ohříván silněji než na pólech.

Z tohoto důvodu bude na planetě výrazný **teplotní gradient** mezi rovníkem a póly. Pro zajímavost, sluneční výkon, který přichází k Zemi, je v průměru 1360 W m^{-2} (tzv. solární konstanta), což je zhruba výkon domácího vařiče.

Záření, které k Zemi přichází, se jednak z části **odráží** od atmosféry, mraků i povrchu, zbytek je **pohlcen**. Protože zemský **povrch** zachycuje více energie než **atmosféra** nad ním, dochází k výraznému ohřívání vzduchu při zemi, který poté **stoupá** do výše. Protože však ohřev kulaté planety nemůže být rovnoměrný, ohřívá se nejintenzivněji **rovníková oblast**, kde je vzestup teplého vzduchu nejsilnější. Silný rovníkový vzestup vzduchu působí jako „vysavač“, který způsobuje, že vzduchové masy se nasávají od pólů k rovníku, kde vystupují do výšky, která odpovídá horní hranici troposféry (asi 10 km), postupně prochladají a vrací v této vrstvě zpět k pólům (viz obr. 6).

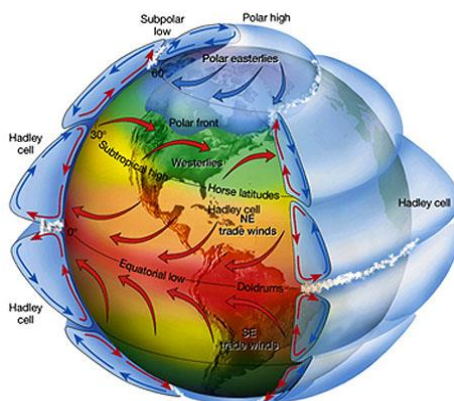


Obr. 6: Hypotetická atmosférická cirkulace na nerotující planetě.

Tento jednoduchý model ovšem nepočítá s **rotací** planety okolo osy! Díky ní totiž působí na pohybující se vzduchové masy **Coriolisův efekt** (nepřesně Coriolisova síla), který mění jejich přímočarý směr.

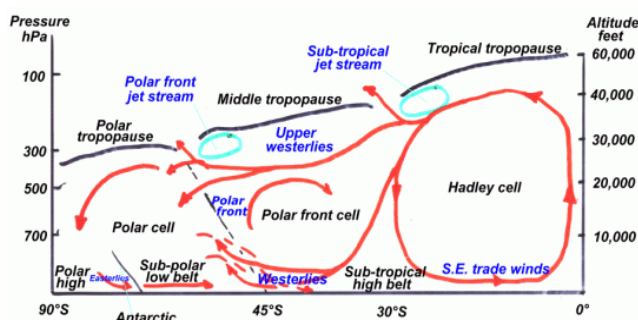
Podstata Coriolisova efektu je triviální: protože Země rotuje okolo své osy, pohybuje se každý **bod** na jejím **povrchu** nemalou rychlostí ve směru rotace Země (to jest ve směru na východ). Na rovníku bychom tak za den urazili celou délku obvodu Země, tedy asi 40 tisíc km a pohybovali bychom se rychlostí zhruba 1600 km h^{-1} , oproti tomu na pólu zůstáváme nehybní a v našich zeměpisných šířkách uháníme rychlostí asi 1000 km h^{-1} , protože délka 50. rovnoběžky je pouze 26 tisíc kilometrů.

V případě, že bychom se začali **přesouvat** například z našich zeměpisných poloh směrem k rovníku, dostáváme se cestou na jih neustále do míst, kde **povrch Země rotuje rychleji** a kdybychom nebyli v kontaktu se zemí či atmosférou (například bychom letěli v kosmické lodi), pohybovali bychom se na rovníku vůči povrchu již rychlostí 600 km h^{-1} směrem k **západu**. Při opačné cestě k severu působí samozřejmě opačný efekt, s výchozí rychlostí 1600 km h^{-1} se dostáváme do míst, kde se povrch pohybuje pomaleji, a proto by se náš pohyb neustále stácel k **východu**. Coriolisův efekt tedy plyne ze setrvačné síly a má stejnou podstatu jako síla způsobující ztrátu naší rovnováhy v brzdícím dopravním prostředku. Vzhledem k velikosti Země je vliv Coriolisova efektu tak malý, že si ho ani nevšimneme, a neboť jsme ve stálém kontaktu s povrchem planety, dochází při severojižním pohybu k našemu neustálému urychlování či zpomalování v souladu s rychlostí povrchu. Avšak právě **pohybující se vzdušné masy** zmiňované výše jsou objektem, na kterém se již působení Coriolisova efektu projevuje. Pokud tedy „rovníkový vysavač“ nasává vzdušné masy od severu i od jihu, nebudou se pohybovat přímočaře, ale začnou se poněkud **stáčet** směrem **západním**. Naopak masy vzduchu, které ve vysokých **výškách** putují směrem od rovníku, se budou stáčet k **východu**. Tyto masy tudíž nikdy **nedosáhnou** až k **pólům** a nemůže se ustavit taková atmosférická cirkulace, jakou vidíme na obr. 6, ale výrazně složitější, kterou vidíte na obr. 7.



Obr. 7: Atmosférická cirkulace na Zemi.

V tomto případě vzduchové masy **vystupují** na **rovníku**, poté se pohybují ve **vysokých** vrstvách směrem od rovníku, přičemž se jejich pohyb stáčí směrem k **východu**. Okolo **30. rovnoběžky** již úplně ztrácí směr pohybu od rovníku, a protože již došlo k jejich ochlazení, začnou se **propadat** zpět směrem k povrchu, čímž je stimulován pohyb **povrchových** mas vzduchu, které míří jak zpět směrem k **rovníku**, tak i od rovníku do **mírného pásu** (obráz. 8).



Obr. 8: Poledníkový pohled na atmosférickou cirkulaci.

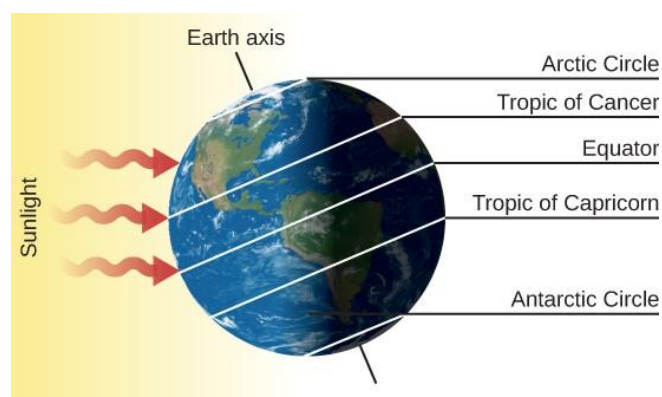
Povrchové masy vracející se od 30. rovnoběžky směrem k rovníku vytvářejí známé **pasátové větry** a díky Coriolisově efektu si snadno zdůvodníme jejich stáčení k **západu** (tedy např. z Asie do Afriky). Mezi rovníkem a 30. rovnoběžkou se tímto ustavuje uzavřená cirkulace, která se nazývá **Hadleyovou buňkou**.

K dalším **propadům** vzduchu v atmosféře taktéž dochází v chladných **polárních** oblastech, odkud se ledový vzduch přesouvá směrem do oblastí **mírného pásu**, kde ale nutně musí dojít k jeho **střetu** s výše zmíněnými masami vzduchu, které se od 30. rovnoběžky vydaly směrem do mírného pásu. To se odehrává okolo **45. rovnoběžky** a relativně **chladnější** vzduch z polárních oblastí se zde **podouvá** pod **teplejší** vzduchové masy putující od 30. rovnoběžky za vzniku tzv. polární fronty (obráz. 4). Pro upřesnění dodávám, že ačkoliv jsme na 30. rovnoběžce mluvili o propadu chladného vzduchu z výšky, nyní se tento vzduch opět **prohřál** od povrchu a proto na 45. rovnoběžce figuruje opět jako teplý.

Proč jsme prováděli takto detailní analýzu atmosférické cirkulace? Protože nám to umožní rozebrat druhý podstatný faktor pro formování biotů, **vlhkost**. Vlhké klima samozřejmě závisí na dostatku **srážek** a aby se vytvářely srážky, musí docházet ke

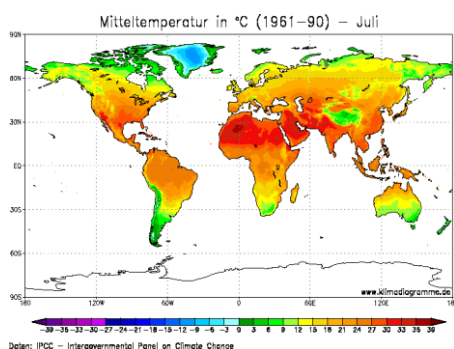
kondenzaci vodní páry v atmosféře. K tomu dochází právě v místech, kde **teplý** vzduch **vystupuje** vzhůru a **chladne**. Ve **studeném** vzduchu musí být **menší** obsah vodní **páry** a proto přebytečná pára musí **kondenzovat** a vytvořit oblačnost, ze které poté **prší**. V našem rozboru atmosférické cirkulace jsme našli dvě **oblasti**, kde dochází k **vzestupům** teplého vzduchu – jednak je to **rovníková oblast**, dále pak oblast **polární fronty** okolo 45. rovnoběžky. Oproti tomu v místech, kde **klesá** chladný (a tudíž i sušší) vzduch k povrchu, tedy na 30. rovnoběžce a v polárních oblastech, bude klima s **minimem** srážek.

Možná vám přijde poněkud zvláštní mluvit o suchém klimatu v souvislosti s polárními oblastmi, kde je věčně sníh a i přilehlá oblast tundry nepůsobí na první pohled zrovna aridním dojmem. Je to dáno **relativností srážek** v souvislosti s **teplotou** oblasti – v tundře je sice mnohem méně srážek než u nás (asi desetkrát, tedy srovnatelně se stepními oblastmi), ale díky nízké teplotě je mnohem nižší odpar a vlhkosti je v biomu dostatek. o **humidním** (vlhkém) či **aridním** (suchém) klimatu tedy nerozhoduje absolutní úhrn srážek, ale **poměr srážek a odparu**. Aridní klima je tedy v místech, kde **převažuje odpar** vláhy nad **srážkami**. Náš model pozemského klimatu však není stále úplný! Zanedbáváme důležitý faktor, kterým je **střídání ročních dob** v důsledku sklonění zemské osy (jejíž směr je fixní vzhledem k vesmíru, nehledě na oběh Země okolo Slunce).



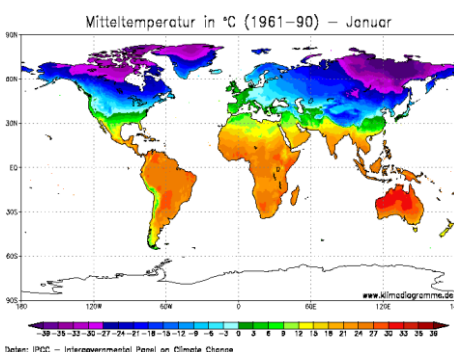
Obr. 9: V létě Slunce ohřívá nejvíce oblast obratníku Raka.

Stále jsme totiž mluvili o **rovníku** jako o místě, kde je **nejsilnější oslunění**, protože zde paprsky dopadají **kolmo** na povrch. To však platí jen v době jarní a podzimní **rovnodennosti**. Oproti tomu v **létě** se přesouvá toto místo na **obratník Raka** na 23. rovnoběžce (jedná se o pás Florida – jižní Egypt – Bangladéš – Taiwan, obr. 9) a v zimě analogicky na **obratník Kozoroha** (Paraguay – jižní Madagaskar – střední Austrálie). Proto se logicky mění i zóna, kde dochází k **vzestupu** nejteplejšího vzduchu a samozřejmě se **posouvá** i celý systém Hadleyovy buňky a polární fronty k severu či k jihu.



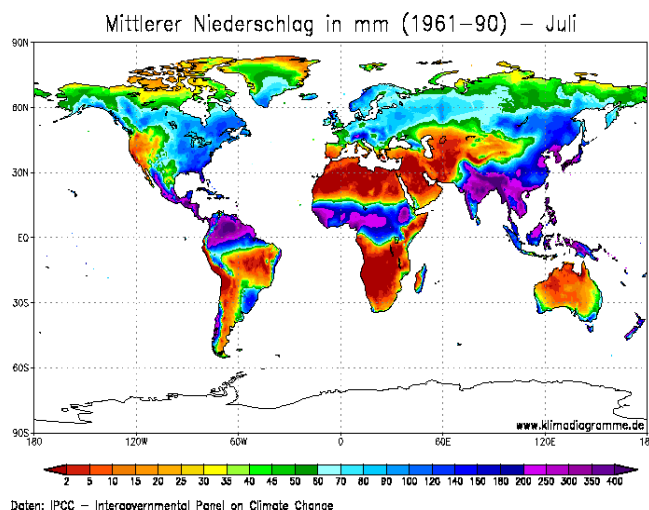
Obr. 10: Maximální teploty v létě jsou podél obratníku Raka.

V létě je tedy nejtepleji podél obratníku Raka (obr. 10), v zimě naopak podél obratníku Kozoroha (obr. 11).



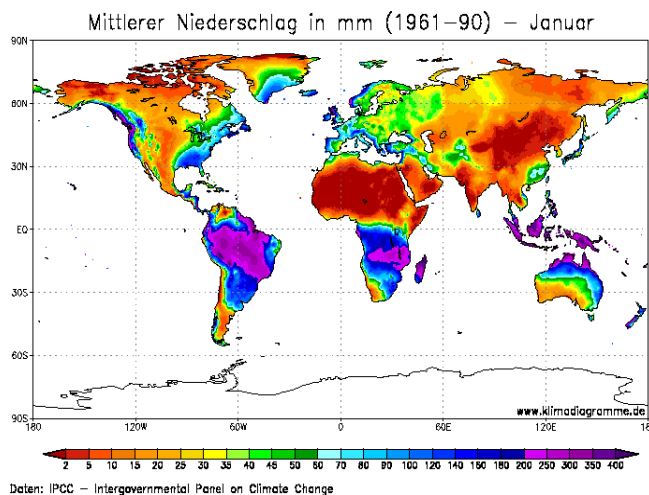
Obr. 11: Maximální teploty v lednu jsou podél obratníku Kozoroha.

Tyto závěry jistě nikomu z vás nepřijdou jako vzrušující novinky, mnohem zajímavější je však chování srážek. V **létě** se skutečně oblast **maximálních srážek** nevyskytuje na rovníku, ale poněkud **severněji**, v oblasti Karibiku, severoafrických savan a Indo-malajsie (obr. 12).



Obr. 12: Oblast maximálních letních srážek je severně od rovníku.

V **zimě** naopak nejvíce **prší** v oblastech položených **jižně** od rovníku a nejvlhčí je Amazonie, jihoafrické savany a severní Austrálie a Indonésie (obr. 13).



Obr. 13: V zimě je nejvíce srážek jižně od rovníku.

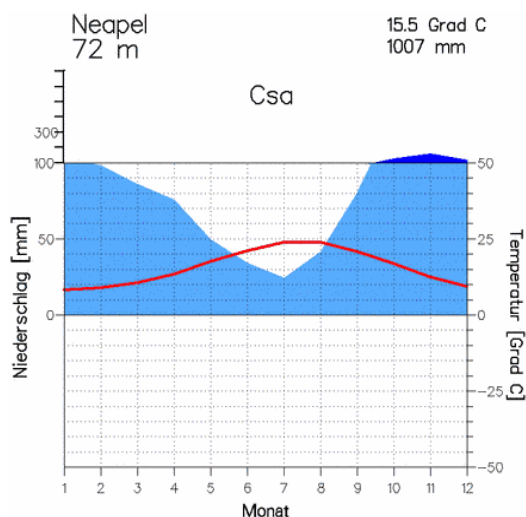
Podobným způsobem se pohybuje i zóna **aridity**, která by v době rovnodennosti ležela na 30. rovnoběžce – v **létě** se přesouvá k **severu**, na severní polokouli až například do oblasti Středomoří, naopak v **zimě** naopak výrazně vysychají třeba severoafrické savany a Indomalajsie, které v létě patřili k nejvlhčím oblastem.

V **mírném pásu** nejsou roční změny vlhkosti tak výrazné, sezonalita panuje pouze na jeho hranici se subtropy, například v Evropě v mediteránu, kam zasahuje v létě pás aridity a v zimě sem naopak sestupuje polární fronta s bohatými srážkami. V ostatních oblastech mírného pásu je naopak **vlhčím** obdobím **léto** (na severní polokouli), kdy nad nimi prochází polární fronta, na které je navíc v této části roku velmi výrazný gradient mezi teplým počasím jižních oblastí (Mexický záliv v Americe či Středomoří v Evropě) a stále chladnými polárními oblastmi. Důsledkem toho máme v Evropě velmi bouřlivé léto s možností výrazných výkyvů počasí v obou směrech, podle toho jak se aktuálně vlní polární fronta mezi subtropickým a arktickým vzduchem.

Jak vidíme, **sezonalita klimatu** je možná ještě významnější, než třeba průměrná vlhkost. Například střední Evropa se od Středomoří neliší nijak výrazně v ročním úhrnu srážek, přesto je ve Středomoří zcela odlišný biot, který je dán zdejší extrémní sezonalitou. Prší zde dokonce více než ve střední Evropě, ale jen půl roku (v zimě) a po zbytek roku je zde naprosté sucho.

Když podrobně prostudujete klimatické mapy, zjistíte, že v mnoha oblastech je **klima** výrazně **odlišné**, než jak by vyplývalo z předcházejících úvah. Podnebí totiž dále ovlivňuje **blízkost oceánu** a **oceánské proudy**. Proto je obecně jihovýchodní Asie mnohem vlhčí než Afrika, ve střední Asii jsou stepi, ačkoli v Evropě jsou na stejné rovnoběžce lesy, východ USA (ovlivňovaný chladným mořským proudem od Grónska) je chladnější než Evropa (ohříváná Golským proudem) a celý mírný pás jižní polokoule je velmi chladný kvůli akumulaci studené vody v Jižním oceánu okolo Antarktidy...

Představu o konkrétním klimatu na určitém místě vám dá **klimadiagram**, viz <http://www.klimadiagramme.de/>, kde si můžete najít klimadiagram pro libovolnou oblast na Zemi.



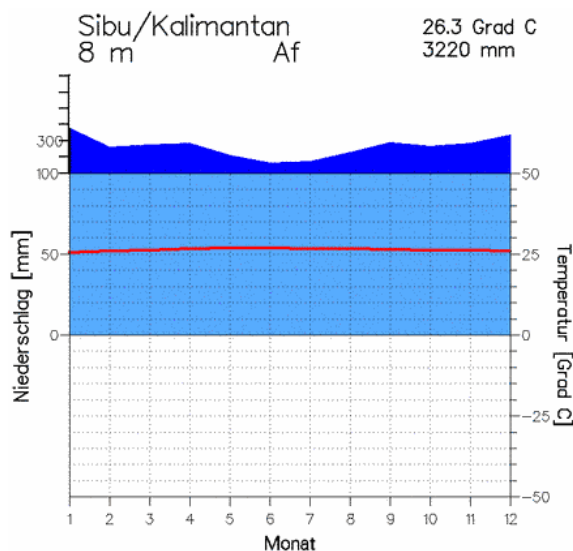
Obr. 14: Klimadiagram pro Neapol.

Jak číst z klimadiagramu si ukážeme na obrázku 10, který znázorňuje klima v Neapoli. V hlavičce je uvedena **nadmořská výška** (72 m n. m.), **průměrná roční teplota** (15,5 °C), **průměrné roční srážky** (1007 mm) a **klimatický typ** dle Köppena (podrobněji naleznete význam symbolů například na anglické Wikipedii, Csa znamená temperátní klima s horkým suchým létem). Ve vlastním diagramu je **vlevo** osa pro **srážky** (v mm za měsíc, přičemž od 100 mm je osa 10× hustší) a srážky v konkrétním měsíci (1–12) ukazuje **modrá plocha** (tmavomodrá v případě hodnot nad 100 mm, což indikuje již velmi vlhké klima). **Vpravo** je osa průměrné **denní** teploty, která je vynesena **červenou čarou** a zhruba platí, že je-li linie teploty nad diagramem srážek, panuje v tomto měsíci **aridní** klima. Pro **jižní polokouli** se zpravidla diagram zobrazuje pro rozmezí červenec, srpen, ..., červen a místo čísel měsíců jsou v něm anglické zkratky měsíců J, A, S, ...

A nyní si rozpitváme klima na Zemi při řešení následujících úkolů:

1. **Existuje vlastně jen málo oblastí, kde je celoročně humidní klima deštného lesa bez období sucha. Kde se takové oblasti vyskytují? Přiložte klimadiagram pro vybrané místo.**

Jsou to výhradně rovníkové deštné pralesy, zejména v oceánském podnebí Indonésie (Borneo). Naproti tomu v Africe a v Amazonii se na většině území rovníkového deštného pralesa vyznačuje klima alespoň krátkým obdobím sucha a trvale vlhké pralesy jsou jen v samotném centru Amazonie a v Kongu. Lokálně se trvale vlhké klima vyskytuje v přímořských oblastech i dále od rovníku (např. Střední Amerika). Pro ilustraci klimadiagram ze Siby na Borneu.

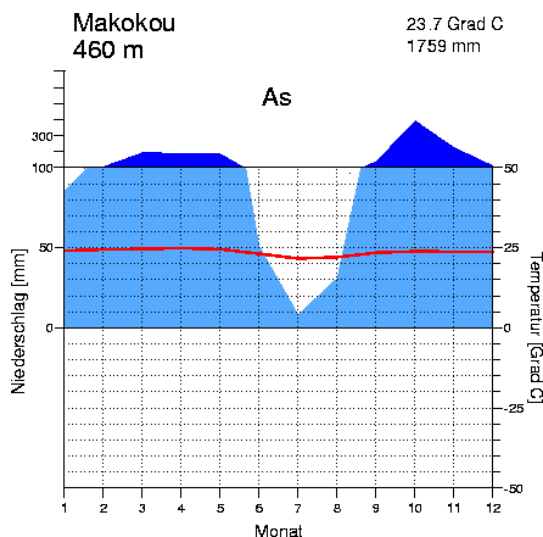


Obr. 15: Klimadiagram pro Siby.

2 body

2. **Pokud je klima výrazně sezonní, má zpravidla jedno období sucha. Ale například v Makokou jsou dvě sušší období. Kdy k nim dochází a proč?**

Lokalita se nachází přímo na rovníku ve střední Africe. Proto je zde období dešťů na jaře a na podzim, kdy je při rovnodennosti Slunce v nadhlavníku. Výrazné období sucha je v létě, méně výrazné v zimě, což je dáno přesuny Hadleyovy buňky k severu či k jihu.

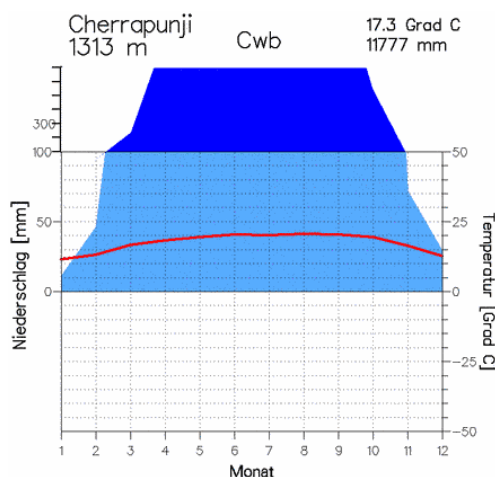


Obr. 16: Klimadiagram pro Makokou.

2 body

3. Nalezněte klimadiagram nejvlhčího místa na zemi. Čím je klima tohoto místa (kromě abnormálního úhrnu srážek) zajímavé? Zkuste vysvětlit, proč právě zde je tolik srážek (porovnejte s nejbližšími lokalitami v okolí).

Za nejdešivější místo na světě je považováno Čerápundží v Indii. Je zde přes deset metrů srážek ročně, i když v důsledku globálního oteplování prý srážek ubývá. Pozoruhodné je, že i zde je v lednu období sucha. Lokalita je ovlivňována mikroklimatem, jedná se o osamělé exponované pohoří v podhůří Himaláje, kde se zadržuje oblačnost přicházející z moře.



Obr. 17: Klimadiagram pro Čerápundží.

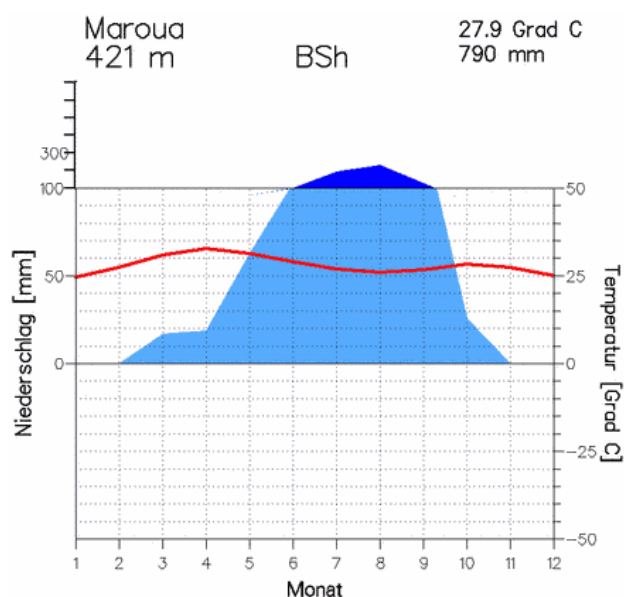
2 body

4. Pásmo pouští v Africe lemuje oblast se sezonními srážkami. Zjistěte, ve které části roku prší severně a jižně od Sahary a zdůvodněte, proč tomu tak je.

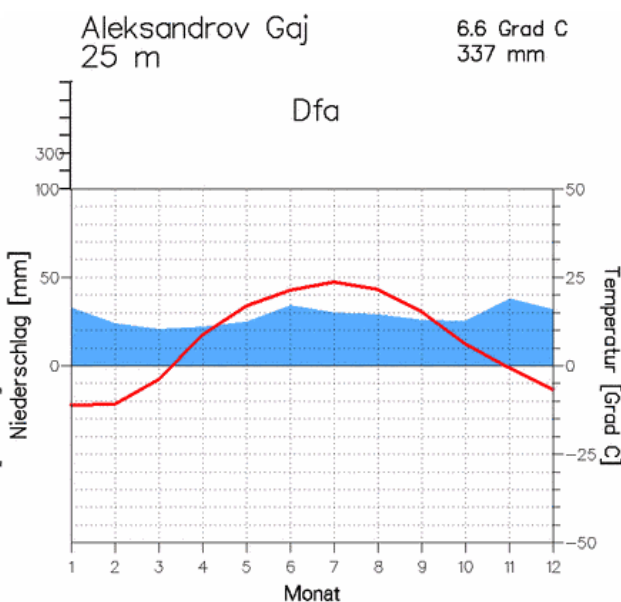
Severně od Sahary je humidním obdobím zima (jedná se vlastně o jižní okraj mediteránní oblasti) a vlhkost způsobuje polární fronta, která sem sestupuje v zimě ze severu. Naproti tomu na jihu v oblasti savan je období dešťů v létě, což je způsobeno přítomností tropické zóny vzestupných proudů, která se sem přesouvá v létě od rovníku.

2 body

5. Stepi a savany mají na první pohled podobnou vegetaci, ale v principu se klimatem diametrálně liší. Ukažte typické klimadiagramy obou oblastí a popište hlavní klimatické rozdíly. Zdůvodněte, proč se v obou případech jedná o bezlesé oblasti.



Obr. 18: Klimadiagram typický pro savanu.



Obr. 19: Klimadiagram typický pro step.

Savana (Maroua, Afrika) se vyznačuje stálou, trvale vysokou, teplotou, naproti tomu ve stepi (Aleksandrov Gaj) je výrazná sezonalita teploty a velká kontinentalita (zimní mrazy, letní vedra). Oba biomy jsou vegetačně ovlivňovány suchem, ale ve stepi jsou nízké srážky celoročně a aridní klima panuje během léta a protože je zde v zimě mráz, je maximum vegetace na jaře. V savaně je extrémní sucho v zimě a v létě je několikaměsíční období dešťů, ale v té době jsou srážky extrémně vysoké, je to doba maxima vegetace. V celoročním průměru je na savaně mnohem více srážek. Bezlesí na stepi je způsobeno letním suchem a ani kontinentální mráz nenahrává rozvoji stromové vegetace. V savaně kromě dlouhotrvajícího období sucha hraje roli zejména požárová dynamika. V savaně se akumuluje hodně travní biomasy, která díky vysokým teplotám občas vzplane a to způsobí likvidaci stromů a keřů. Další důležitý vliv hraje i pastva velkých býložravců. Bez těchto vlivů by savana časem samovolně přešla v suchomilné křoviny. Je třeba zmínit, že savana je velmi složitý mozaikovitý biotop, který se v čase dynamicky vyvíjí od travin přes křoviny až po les.

celkem 4 body
za diagramy po 1 bodu
za popisy klimatu 1 bod
za vliv požárů a spásání 1 bod

