

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 5

Série 3 – řešení

Milé řešitelky, milí řešitelé,

předkládáme vám autorské řešení letošní předposlední série. Pevně doufáme, že se při jeho čtení dozvíte mnoho zajímavých informací, třeba i těch, které se vám nepodařilo nalézt během pátrání po odpovědích na naše otázky. A připomínáme, že do 10. května má patnáct nejlepších z vás rezervováno místo na expedici Biozvěstu do Orlických hor, takže se nezapomeňte přihlásit!

S přáním hezkého máje
Standa a Vašek

Úloha 1: Puntíkatá cukrářka

Autor: Kristýna Minářová

Počet bodů: 18

Na infekční ambulanci je na začátku srpna bez předchozího upozornění rychlou záchrannou službou bez lékaře přivezena 24letá cukrářka. Pacientka je při vědomí, ale obduzená a spavá. Udává, že ještě včera přes den byla v práci, ale večer už se necítila dobře, což přikládala venkovním vysokým teplotám a myslela si, že se z toho vyspí. Již ten večer měla horečku přes 40 °C, druhý den však horečka neustupovala. Navíc dostala průjem a několikrát zvracela. Poté se jí na kůži objevily červené skvrny, a proto se v doprovodu babičky a přítele vydala ke své praktické lékařce, která okamžitě diagnostikovala probíhající onemocnění a zavolala rychlou záchrannou službu. Při příjmu byl naměřen krevní tlak 69/47, akce srdeční 134/min, dle monitoru sinusový rytmus, proto byla ihned zahájena podpora oběhu vysokou dávkou katecholaminů – noradrenalinem. Dále byla zjištěna dechová frekvence 32/min, objektivně bez známek dušnosti. Dýchání bylo povrchní, zostřené, při bazích oslabené, nicméně saturace kyslíkem se držela na 99 % bez nutnosti podpůrné terapie kyslíkem. Na kůži hrudníku a stehnech byly přítomny petechie až sufuse, které přibývaly před očima. Na stehnech měla výsev makulosní vyrážky. Pacientka byla centralizovaná, s centralizací akrálních částí končetin, které byly chladné, prsty a plosky dolních končetin až ledové, nafialovělé, s prodlouženým kapilárním návratem. Hrdlo bylo lehce zarudlé, spojivky nastříklé. Na břicho, s výjimkou sufusí, patologie zjištěna nebyla, po zavedení permanentního močového katetru bylo zjištěno, že pacientka nemočí. Vzhledem ke zvýšení urey a kreatininu byla zahájena masivní infusní terapie s nutností podávání diuretik, na které bylo močení obnoveno. Neurologický nálezn byl v normě, i přes naměřenou teplotu 41 °C jsou meningeální příznaky negativní a ani další neurologické vyšetření, s výjimkou somnolence, nevykazuje patologii. Ve vstupní laboratoři zpočátku zjištěna lehká leukopenie (snížení bílých krvinek), ovšem již za pár hodin došlo k výraznému vzestupu leukocytů. Dále postupně klesal počet krevních destiček i červených krvinek. Koagulační parametry byly výrazně prodloužené a i přes masivní podávání mražené plasmy se ještě několik dní prodloužovaly. Vstupně byl zjištěn extrémně vysoký laktát a mimořádně vysoké CRP. Pacientce byla odebrána hemokultura a do 15 minut od přijetí podány kortikoidy a antibiotika – Ceftriaxon.

1. O jaké onemocnění se s velkou pravděpodobností jedná? Prosím i o uvedení původce.

Jedná se o meningokokovou sepsi. Pravdou je, jak je uvedeno v zadání další otázky, že čistá sepsi prakticky neexistuje, vždy se na průběhu onemocnění podílí svým způsobem i zánět mozkových blan, tzv. meningokoková meningitida. V klinickém průběhu je podstatné, že čím větší je podíl sepse na klinickém obraze, tím závažnější je průběh onemocnění. V naší zemi se jedná o nejzávažnější infekční onemocnění, které se rozvíjí během několika hodin a rovněž může pacienta během několika hodin usmrtit. Postihuje buď úplně malé kojence nebo dospívající či mladé dospělé. Způsobuje ho *Neisseria meningitidis*, gramnegativní diplokok, který se vyskytuje v nosohltanu i zdravé populace. Má několik podskupin, v případě naší pacientky se jednalo o skupinu B, která je v naší zemi nejčastější. Dříve proti této skupině očkování neexistovalo, od roku 2012 je na trhu pod názvem Bexero.

celkem 2 body
za klinický nálezn 1 bod
za původce 1 bod

2. Mohla být v tomto případě antibiotika podána i rychlou záchrannou službou? Proč myslíte, že k tomu nedošlo?

U invazivních meningokokových onemocnění má být antibiotická terapie zahájena bezprostředně po vyslovení podezření na toto onemocnění, protože probíhají tak rychle a tak těžce, že pacienta bezprostředně ohrožují na životě. U ostatních onemocnění se doporučuje počkat s nasazením antibiotik až do odběru biologického materiálu, především hemokultur, protože je naprosto nezbytné identifikovat původce a stanovit citlivost na antibiotika. Nicméně meningokok je natolik závažný a zároveň natolik typický onemocnění, že zpoždění antibiotické léčby ohrožuje pacienta na životě. Navíc, *Neisseria meningitidis* je zatím v populaci natolik vzácná, že našťastí nevytváří rezistentní kmeny a je dobře citlivá k betalaktamovým antibiotikům. Teoreticky by se dala léčit penicilinem, ale ten neprochází příliš dobře do mozku. Co se týče nepodání antibiotika v rychlé záchranné službě, jediným důvodem bylo to, že dispečink nevyšlal lékaře a záchranáři antibiotika podávat nesmí.

celkem 4 body
za vysvětlení podávání antibiotik 2 body
za RZS 2 body

3. Asi je na první pohled jasné, že stav pacientky je velmi vážný. Jaké závažné patogenetické mechanismy u naší dosud zdravé cukrářky běží? Napovím, zkuste vymyslet, proč pacientka náhle přestala močit a proč se jí náhle začaly objevovat skvrny na kůži?

Naše pacientka se velmi rychle z plného zdraví dostala do těžkého septického šoku. Meningokok totiž napadá endotel; výstelku kapilár, které praskají. Proto dochází k úniku tekutin do intersticia – třetího prostoru –, tedy tekutiny mimo kapiláry. Díky tomu nemá cirkulující objem a srdce selhává jako pumpa, proto má tak nízký tlak a rychlou srdeční frekvenci. Díky nízkému cirkulujícímu objemu došlo k centralizaci – tedy prokrven je pouze mozek a srdce, což vedlo k poškození ledvin a následnému rozvoji ztráty močení.

To, že se jedná o mimořádně invazivní bakteriální onemocnění, dokládá také extrémně vysoký laktát a zánětlivé parametry – CRP. Laktát je vysoký jednak díky velké metabolické aktivitě bakterií a imunitního systému, také díky nedokrvení končetin a konečkonců celého těla. To vše vede k závažné metabolické acidose. O mimořádné závažnosti svědčí paradoxní pokles bílých krvinek; meningokok produkuje tzv. leukocidin, který aktivně ničí neutrofilní granulocyty, což mu umožňuje větší invazivitu, protože není tlumený imunitním systémem.

Navíc se jí rozvinula diseminovaná intravaskulární koagulopatie. Pro meningokoka je zcela typická a klinicky na ni ukazuje ono slavné krvácení do kůže. Je to dáno právě tím poškozením endotelu. Proto jí klesají červené krvinky (díky krvácení do kůže). Ale také krevní destičky, které se spotřebovávají na tvorbu sraženin. A proto má také tak prodloužené koagulační parametry.

*celkem 5 bodů
za septický šok 1 bod
za vysvětlení 2 body
za DIC 1 bod
za vysvětlení 1 bod*

4. Pacientce byly zároveň s antibiotiky podány kortikoidy. Ty jak známo tlumí imunitní odpověď. Zkuste vymyslet, proč je to v tomto stavu potřeba.

Jak je vysvětleno výše, pacientka se nachází v těžkém septickém šoku. Jedná se v podstatě o systémovou zánětlivou odpověď, tzv. SIRS z infekční příčiny. To znamená, že imunitní systém se snaží bojovat s infekcí, ovšem ani zdaleka není tak efektivní, jak by potřeboval, a tak svou reakci přestřelí. V septickém šoku je velká část poškození orgánů zapříčiněna ani ne tak invazivitou bakterií, jako neadekvátní odpovědí imunitního systému. Takže je s výhodou podat malé množství kortikoidů, které pomůže nastavit imunitnímu systému rozumné mantinely. Samozřejmě to musí být v součinnosti s podáním vysoké – nasyčovací – dávky cytotoxických antibiotik. Ta zase pozabíjí najednou velkou část patogenů, což povede ke snížení produkce leukocidinu a ustanovení homeostázy. Jenom pro informaci, indikací pro podání kortikoidů je právě vysoká hodnota laktátu.

*celkem 3 body
za libovolnou teorii 1 bod*

5. Toto onemocnění probíhá velmi často rovněž s poškozením mozkových plen. Přesněji řečeno, vždycky u něj dochází k většímu či menšímu poškození mozkových plen, tzv. meningitidě. Jediné, co se případ od případu liší, je míra tohoto poškození. Přesto u pacientky nebyla provedena lumbální punkce. Důvodů, proč ji přijímající lékař neprovedl, bylo několik. Zkuste aspoň na nějaké přijít.

Zaprvé, pokud víme, pacientka má právě probíhající diseminovanou intravaskulární koagulopatii. Krvácení do kůže „přibývá před očima“. To poslední, co jí chceme provést, je krvácení do páteřního kanálu tím, že jí budeme píchat lumbální punkci. Za druhé, víme, že každá meningokoková sepsa má určitý podíl poškození mozkových plen. A je jen otázkou akademické diskuse, jak velký ten podíl bude. Takže nebudeme chtít riskovat krvácení do páteřního kanálu a následnou možnou obrnu jen proto, abychom to zjistili... Za třetí, pacientka je v těžkém septickém šoku s diseminovanou intravaskulární koagulopatií. Takže je potřeba napřed zajistit centrální vstup, podpory oběhu katecholaminy, obnovit močení, srovnat vnitřní prostředí, podávat velké množství mražené plasmy, aby se zastavilo krvácení... tedy spousta daleko užitečnějších a v danou chvíli potřebnějších věcí, než píchat do páteře a riskovat krvácení do páteřního kanálu. A dělat to v době, když už je stabilní? Ani tak není důvod, proč to dělat. Diagnosu máme stanovenou jinak, terapii má nasazenou a v případě prokázání meningitidy se v ničem neliší od léčby sepse. (obvykle se u jiných onemocnění zvažuje délka a síla antibiotik).

*celkem 4 body
za každý důvod 1 bod*

Úloha 2: Mykologie II – parazité z říše hub

Autor: Eliška Pšeničková

Počet bodů: 20

1. Jednou z velmi nebezpečných parazitických hub je bezpochyby *Batrachochytrium dendrobatidis*. Na kom tato houba parazituje? Čím svého hostitele potrápí? Na koho má políčeno *Batrachochytrium salamandrivorans*? Který evropský čolek je vůči *Batrachochytrium salamandrivorans* imunní? Odkud *Batrachochytrium salamandrivorans*

pravděpodobně pochází?

Batrachochytrium dendrobatidis parazituje na obojživelnících, na řádech Anura (žáby) a Caudata (ocasatí). Je to obligátní keratinofil. Způsobuje nadbytek Ca^{2+} v pokožce a vede tak k její osmotické nerovnováze. V České republice se nachází přibližně v 5 % chovů obojživelníků. Nákaza má akutní mortalitu i přes to, že je slabá. *Batrachochytrium salamandrivorans* má poličeno na evropské a severoamerické ocasaté z čeledi Salamandridae (čolci a mloci) a Plethodontidae (mločici). Imunním čolkem je *Lissotriton helveticus* (čolek hranatý). *Batrachochytrium salamandrivorans* pravděpodobně pochází z Asie.

celkem 2,5 bodu

za obojživelníky 0,5 bodu

za vysvětlení, co nemoc způsobuje 0,5 bodu

za evropské a severoamerické ocasaté z čeledi Salamandridae 0,5 bodu

za *Lissotriton helveticus* (čolek hranatý) 0,5 bodu

za původ 0,5 bodu

2. **Zvláštním druhem parazitické houby je též *Coelomomyces psorophorae*. Je to dvouhostitelský parazit. Jmenujte oba hostitele. Jaký typ životního cyklu tento druh prodělává (jednoslovné pojmenování)?** Prvním hostitelem *Coelomomyces psorophorae* jsou larvy vodního hmyzu řádu Diptera (dvoukřídlí). Těmi mohou být larvy komárů. Druhým hostitelem jsou pak buchanky z řádu Cyclopoidea. Životní cyklus tohoto druhu je haplodiplotní.

celkem 1,5 bodu

za hostitele po 0,5 bodu

za životní cyklus 0,5 bodu

3. **I mezi zástupci mucoromycotin najdeme parazity. Patří mezi ně například rody *Rhizopus* nebo *Rhizomucor*. Co mohou tyto houby u člověka vyvolávat?**

U člověka mohou tyto rody vyvolávat mykózy. Projevují se ale jen na jedincích, kteří mají oslabenou imunitu nebo těžkou podvýživu.

za mykózy 0,5 bodu

4. **Entomophthoromycotina jsou parazité hmyzu, komezalové, ale také saprotrofové. Patří mezi ně například rod *Pandora*, napadající mšice, nebo rod *Basidiobolus*, který svými velkými jádry přispívá ke studiu inhibice mitózy. Čím je ale zvláštní *Entomophora grylli*? Na kom parazituje a co svému hostiteli způsobuje?**

Entomophora grylli je parazit sarančat. Způsobuje tzv. „summit disease“ tedy jev, kdy napadané saranče je houbou natolik zmanipulované, že vystoupá na špičku stonků, tam se zakousne a umře. Houba v mrtvém sarančeti fruktifikuje a zároveň získává strategické místo pro rozšíření svých spor.

celkem 1,5 bodu

za zmínku o sarančatech 0,5 bodu

za vysvětlení působení houby na sarančata 1 bod

5. **Jak a na kom se projevuje *Taphrina deformans*? Co vytváří ve větvích bříz *Taphrina betulina*?**

Taphrina deformans neboli palcatka broskvoňová způsobuje onemocnění známé jako kadeřavost broskvoní. Hostitelskou rostlinou je především *Prunus persica* (broskvoň obecná), ale může se objevit též na *Prunus dulcis* (mandloň obecná) nebo jejich kultivarech. Způsobuje poškození listů, na kterých vytváří různé puchýřky. Zprvu není deformace nikterak výrazná, ale později propukne silněji a puchýřky zčervenají a celý list se zkadeřaví. *Taphrina betulina* způsobuje ve větvích bříz metlovitost, tzv. čarověníky.

celkem 1,5 bodu

za kadeřavost 0,5 bodu

za hostitele 0,5 bodu

za čarověníky 0,5 bodu

6. **O saccharomycotinech byla už řeč v minulé mykologické úloze. Patří mezi ně ale i *Candida* sp., která způsobuje jisté onemocnění. Na jaké onemocnění se ptám? Toto onemocnění se někdy diagnostikuje poměrně obtížně, každopádně vynecháním potravin bohatých na určitou složku potravy lze candidu diagnostikovat poměrně snadno. Co je třeba v potravě vynechat, aby se *Candida* dala lépe diagnostikovat?**

Ptám se na kandidózy. Vynechat je třeba cukry, poté nebude mít candida „co žrát“, ustoupí její rozšiřování a bude možné na ni nasadit správnou léčbu.

celkem 1,5 bodu

za kandidózu 0,5 bodu

za cukry 1 bod

7. **Jak se jmenují houboví parazité napadající *Vitis vinifera* (révu vinnou)? Jmenuj dva takové parazity.**

Houbový parazit révy vinné jsou například *Uncinula necator* (padlí révové), *Plasmopara viticola* (plíseň révy vinné, též peronospora) nebo *Botrytis cinerea* (šedá plesnivost čili plíseň šedá).

celkem 1,5 bodu

za každého parazita po 0,5 bodu

- 8. Jaká houbová choroba způsobuje nekrózu jasanů? Uveďte jméno anamorfy i teleomorfy (uvádějte ve stylu název + anamorfa/teleomorfa).**
Nekróza jasanů je způsobena houbovým patogenem nesoucí název *Hymenoscyphus pseudoalbidus* – ten je též teleomorfou. Anamorfu pak vytváří *Chalara fraxinea*.
- celkem 1 bod
za název a označení anamorfy 0,5 bodu
za název a označení teleomorfy 0,5 bodu
- 9. Pod zkratkou WNS je ukrytá zlá nemoc napadající netopýry. Jedná se o White-nose syndrome. Který houbový parazit WNS způsobuje? Jak tato nemoc projevuje?**
WNS způsobuje *Pseudogymnoascus destructans* dříve známý jako *Geomyces destructans*. Je to keratinoofilní psychrofilní parazit, který předčasně probouzí netopýry ze zimního spánku a ti po probuzení v nevhodnou dobu následkem vyčerpání umřou.
- celkem 1 bod
za jméno houbového parazita 0,5 bodu
za popis projevů 0,5 bodu
- 10. Mnoho kmenů rodu *Aspergillus* produkuje významné množství určité karcinogenní sloučeniny. Tuto určitou látku produkuje například *Aspergillus flavus*, vyskytující se na arašidech, kde je přítomnost této látky důkladně kontrolována, než se arašidy dostanou ke spotřebitelům. Na jakou konkrétní látku se ptám?**
Ptám se na aflatoxin B1.
- za aflatoxin B1 0,5 bodu
- 11. Původce jaké choroby je *Aphanomyces astaci*? Jaké rody tato plíseň napadá? Na jakou soustavu plíseň útočí? Odkud a kdy se k nám plíseň dostala?**
Aphanomyces astaci je původce račího moru. Napadá především evropské raky rodu *Astacus*. Plíseň útočí na nervovou soustavu. Dostala se k nám ze Severní Ameriky v průběhu 19. století.
- celkem 2,5 bodu
za račí mor 0,5 bodu
za evropské raky rodu *Astacus* 0,5 bodu
za nervovou soustavu 0,5 bodu
za Severní Ameriku 0,5 bodu
za 19. století 0,5 bodu
- 12. Pucciniales jsou významní parazité hospodářských plodin. Jsou to biotrofové způsobující často senescenci částí rostlin, hypertrofii, hyperplázii nebo nádory. Snižují asimilační schopnosti i výnosy rostlin. Navíc jejich nákazy bývají systematické. Jmenujte ale mezihostitele a hlavního hostitele *Puccinia graminis*, *Uromyces pisi-sativi* a *Gymnosporangium sabinae*. Na kom parazituje *Hemileia vastatrix*?**
V případě *Puccinia graminis* je mezihostitelem *Berberis vulgaris* (dřišťál obecný) a hlavním hostitelem pak různé trávy a obilniny. U *Uromyces pisi-sativi* je mezihostitelem *Euphorbia* sp. (prýšec) a hlavním hostitelem pak *Pisum sativum* (hrách setý). *Gymnosporangium sabinae* parazituje na *Pyrus* sp. (hrušních) a 4 druzích jalovců (*Juniperus*). *Hemileia vastatrix* parazituje na listech *Coffea* (kávy).
- celkem 3,5 bodu
za mezihostitele po 0,5 bodu
za hlavního hostitele 0,5 bodu
- 13. Jaká sněť se používá k přípravě mexické speciality huitlacoche?**
K přípravě se používá *Ustilago maydis* (sněť kukuřičná).
- za *Ustilago maydis* (sněť kukuřičnou) 0,5 bodu
- 14. Velký irský hladomor byl z velké části důsledkem neúrody jedné hospodářsky významné plodiny, která pro Iry tvořila primární zdroj potravy. O jakou plodinu šlo? Jaký houbový parazit napadl tuto plodinu?**
Mezi lety 1845–1849 postihla Irsko fatální neúroda brambor. Za zničení úrody stála *Phytophthora infestans* (plíseň bramborová).
- celkem 1 bod
za brambory 0,5 bodu
za *Phytophthora infestans* (plíseň bramborovou) 0,5 bodu

Úloha 3: Deriváty mitochondrií II

Autor: Radek Vítek

Počet bodů: 17

V minulém díle jsme se zaměřili na dva deriváty mitochondrie, na hydrogenosom a mitosom. Dozvěděli jsme se, že ne všechna eukaryota mají mitochondrii, že organela není důležitá jen kvůli tvorbě ATP a že existují i organismy, které jsou v přechodné fázi mezi klasickou mitochondrií a jejím derivátem. V tomto díle se podíváme na další dva případy, kdy byly mitochondrie modifikovány pro specifické funkce. V jednom z nich sice nejsou tak razantně změněny, ale jedná se o zajímavou strukturu, které jistě stojí za to věnovat trochu pozornosti.

- 1. Jako první se podíváme na subbuněčnou strukturu zvanou oceloid. Ta se vyskytuje jen u jediné čeledi eukaryot. Napište, u jaké čeledi se organela nachází a uveďte dva rody, které do ní náleží.**

Lze ji nalézt u čeledi Warnowiaceae, do které patří rody *Erythrospidinium*, *Greuetodinium*, *Nematodinium*, *Proterythropsis* a *Warnowia*.

1 bod

0,5 bodu za čeleď

0,25 bodu za jeden rod

- 2. Složení oceloidu je až nápadně analogické jednomu obratlovčímu orgánu.**

- a. Napište, o jaký orgán se jedná a jaká je hlavní funkce oceloidu.**

Struktura je podobná našemu oku a od toho se odvíjí i její funkce. Má schopnost vnímat a reagovat na světelné podmínky, tedy fotorecepci.

- b. Pokud oceloid porovnáme například se stigmatem u řas, můžeme říci, že jsou jeho schopnosti lepší, horší nebo srovnatelné? A do jaké míry?**

Oba mají schopnost vnímat intenzitu a směr přicházejícího světla. Ovšem rozlišení oceloidu je nesrovnatelné s průměrným stigmatem, takže může rozpoznat objekt relativně ostře a v dobrém kontrastu, je-li ve vhodné vzdálenosti. Udává se, že jeho nositelé jsou dokonce schopni vnímat kořist.

2,5 bodu

0,5 bodu za uvedení oka

0,5 bodu za uvedení funkce

1,5 bodu za uvedení rozdílů se stigmatem

- 3. Nyní se zaměříme na jeho kompozici. Oceloid je poměrně komplikovaná struktura, na jejímž složení se podílí dokonce i membrány a cytoskelet, ale to samozřejmě není vše.**

- a. Pojmenujte zvláště části (A–D) na níže přiloženém obrázku (je možné, že neobjevíte doslovný překlad do češtiny, použijte anglické názvy) a přiřaďte k nim analogické struktury v hledaném obratlovčím orgánu výše.**

A – retinal body, či pigment cup a odpovídající strukturou je sítnice.

B – hyalosome, odpovídající strukturou je čočka.

C – cornea, cornea-like structure, odpovídající strukturou je rohovka

D – oceloid chamber, odpovídající strukturou je sklivec

- b. Do tvorby se zapojily dokonce i organely endosymbiotického původu. Uveďte, jaké části jsou tvořeny organelami a také, co tvoří ostatní zbývající části?**

A – chloroplasty, popřípadě plastidy

B – hyalin, či obecně proteiny s vhodnými optickými vlastnostmi

C – mitochondrie

D – oceloid chamber je spojen s vnějším prostředím, takže jej vyplňuje voda

4 body

0,25 bodu za pojmenování částí

0,25 bodu za přiřazení analogické struktury

0,5 bodu za uvedení složení

- 4. Každá část oceloidu má doajista svou specifickou funkci a dohromady dávají funkčnost celé struktury. Jedna z částí má za úkol částečně odstínit a pohlit přicházející světlo. S tímto jevem se můžeme setkat i u již zmíněného stigmatu.**

- a. Přiřaďte výše zmíněnou funkci k části oceloidu (A–D) a zkuste se zamyslet nad tím, proč je vlastně potřeba, můžete se i trochu více rozepsat.**

Schopnost odstínit přicházející světlo má část A, tedy „retina“. Diskutuje se však i o funkci mitochondrial corney jako cloně (iris). Obsahuje totiž stažitelné prstence a mohla by tak tedy stínit.

Nutné je to z toho důvodu, aby bylo možné poznat směr přicházejícího světla. Jinak by totiž světlo mohlo oceloidem procházet libovolně, a to při jakémkoliv natočení v prostoru. Oceloid je ale pevně zasazen do buňky a na jedné straně má pigmentovou vrstvu, která světlo nepropustí, díky tomu může vnímat směr přicházejícího světla.

- b. Uveďte, jaké jsou funkce zbývajících částí oceloidu. Napovím, že konkrétní funkce jedné části není doposud jasně**

známa, proto stačí, když to k jedné z nich uvedete.

Část B má stejnou funkci jako naše čočka, tedy usměřovat a lámat přicházející světlo, aby se lépe dostalo na sítnici. O funkci části C, tedy „rohovce“, moc známo není. Jak bylo uvedeno výše, mohla by mít stínící funkci, ale vzhledem k tomu, že se jedná o vrstvu z mitochondrií, bude mít nejspíše i nějakou metabolickou funkci. Část D, stejně jako náš sklivec, tvoří optické prostředí pro vedení světla mezi čočkou a sítnicí a tvoří tak i mezeru mezi nimi.

2 body

0,5 bodu za přiřazení správné části

1 bod za úvahu o odstínění

0,5 bodu za uvedení ostatních funkcí

- 5. Dalším bodem našeho zkoumání, respektive konkrétní pozměněná součást mitochondrie se nazývá kinetoplast. Napište, u jaké skupiny se nachází (třída, kmen a superskupina), a které konkrétní oblasti mitochondrie se změna týká.**

Můžeme jej nalézt u třídy Kinetoplastida (bičivky), ta patří do kmene Euglenozoa a superskupiny Excavata. Jedná se o pozměněnou mitochondriální DNA.

celkem 1 bod

0,5 bodu za taxonomické zařazení

0,5 bodu za uvedení správné části mitochondrie

- 6. V kinetoplastu nalezneme sadu mikrokroužků a maxikroužků. Uveďte jejich přibližný počet, kolik bází nukleotidů je zhruba tvoří a stručně nastiňte jejich funkci.**

Maxikroužků je jen pár desítek (20–50) a tvoří je sekvence dlouhá od 20 do 40 kbp. Jejich úkolem je kódovat proteiny. Ovšem RNA, které z nich vzniknou, jsou „šifrované“, k rozluštění jsou zapotřebí již zmiňované minikroužky.

Minikroužků je naopak několik tisíc (5 000 – 10 000), a to o velikosti od 0,5 do 1 kb. Jejich funkcí je kódovat gRNA (g = guide, dalo by se přeložit jako „naváděcí“), která pomocí RNA editace dekóduje RNA z maxikroužků.

celkem 2 body

0,25 bodu za uvedení počtu

0,25 bodu za uvedení délky

0,5 bodu za uvedení funkce

- 7. Minikroužky umožňují proces zvaný RNA editace. U skupin s kinetoplastem je tento proces poměrně specifický. Uveďte, co přesně RNA editace je a k jakým změnám dochází v případě kinetoplastu.**

RNA editace je typ posttranskripční modifikace mRNA, je to tedy jakási úprava RNA poté, co je přepsána z DNA. V případě kinetoplastu dochází k inserci (vkládání) či deleci (odnímání) uracilu. Na začátku procesu se mRNA a gRNA spárují komplementárními úseky. Když se při párování dojde do bodu, kdy k sobě báze mRNA a gRNA nepárují, nastane inserce či delece uracilu, může to být jedna, ale i několik bází. Tento proces je řízen podle vzoru kódovaném na gRNA.

2 body za popis editace

- 8. Správný vědec by se ovšem zeptal, co mohlo vést k tak razantní změně, která dala vzniknout celé linii organismů. Bylo to z energetického hlediska vůbec výhodné?**

- a. Uveďte, co mohlo vyvolat vznik RNA editace u linie s kinetoplastem, respektive vznik celého komplikovaného procesu s mini- a maxikroužky.**

Nejpravděpodobněji se jím předek dnešních druhů s kinetoplastem snažil kompenzovat mutaci v mitochondriální DNA. Dalo by se to vysvětlit principem pasivního přírodního výběru, který nezpůsobuje zvyšování funkčnosti struktury, odstraňuje však následky evolučních změn, které by jinak vedly ke zhoršení její funkčnosti. Takže při první mutaci si buňka vystačila s jedním typem gRNA, později při dalších mutacích musela zařadit více typů gRNA až bylo nakonec nejlepší celou mitochondriální DNA rozdělit na minikroužky a maxikroužky.

- b. Zkuste se zamyslet, zda je možno celý tento systém udržet z hlediska funkčnosti dlouhodobě stabilní. Jak si to mohou jedinci dovolit vzhledem k vysoké energetické náročnosti tohoto procesu?**

Z evolučního hlediska se Kinetoplastida vznikem těchto změn vydali směrem, ze kterého již není cesty zpět. Nyní se pravděpodobně celý systém bude komplikovat až do chvíle, kdy se celý zhroutí a linie zanikne. Z energetického hlediska to není problém, protože všichni nositelé kinetoplastu jsou parazité.

celkem 2,5 bodu

za uvedení reparace mutací 0,75 bodu

za rozbor udržitelnosti 1 bod

za rozbor z energetické stránky 0,75 bodu

Úloha 4 (experimentální): Vejce a já

Autor: Václav Bočan

Počet bodů: 22

Ptačí vejce je nám všem notoricky známý biologický objekt (zejména gastronomicky oblíbené vejce slepičí). Prozkoumáme-li jej blíže dřív, než si z něj uděláme omeletu, shledáme ho opravdu fascinujícím. Vždyť dokáže zajistit podmínky pro celý embryonální vývoj kuřete od několika málo buněk po prakticky hotového ptáčka! Pojďme se o něm dozvědět trochu víc a maličko si pohrát.

1. U kura domácího můžeme jistě určit, z jakého vaječníku pochází ovulované vajíčko, na rozdíl např. od člověka. Jak je toto možné?

Samice kura mají funkční jen jeden vaječník, vždy levý.

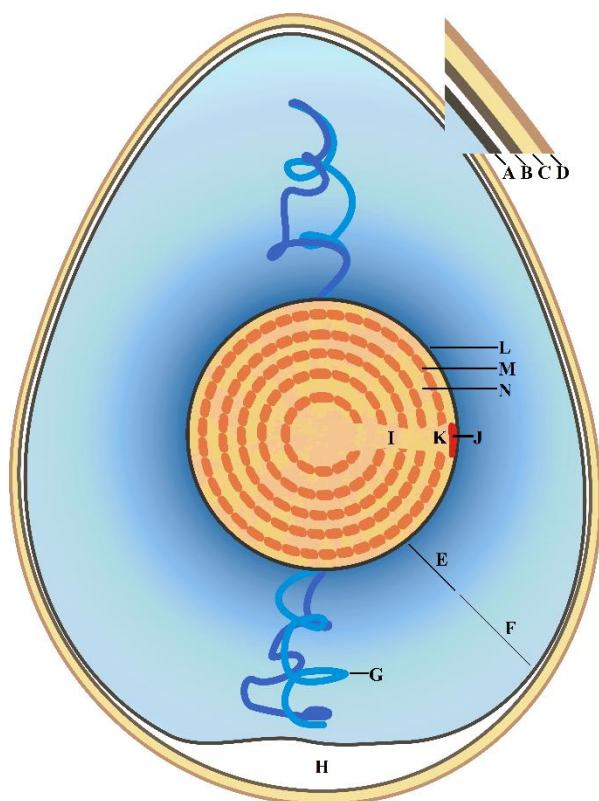
1 bod

2. Milovník omelet se vydal do supermarketu pro vejce. Koupil jich tolik, kolik je podíl průměrného počtu oocytů čerstvě vylíhlé slepičky a průměrné doby od oplození po snesení vejce v hodinách. Kolik kuřátek položilo pro tuto omeletu život?

Žádné, neboť vajíčka nebyla oplozena. Domácí slepice je vyšlechtěna tak, aby snášela pravidelně i bez oplození. Byl to tak trochu chyták ;-)

1 bod

3. Abychom lépe pochopili, jak vajíčko funguje, podívejme se detailně na jeho vnitřní strukturu. Popište anatomický obrázek.



- A vnitřní papírová blána
- B vnější papírová blána
- C skořápka (kalcitová vrstva)
- D voskovitá kutikula
- E vnitřní (hustý) bílek
- F vnější (řidký) bílek
- G chaláza (poutko)
- H vzduchová komůrka
- I latebra
- J zárodečný terčík
- K Panderovo jádro/centrum
- L vitelinní membrána
- M tmavý (žlutý) žloutek
- N světlý (bílý) žloutek

Obr. 1: Anatomie vejce.

Struktura I má poněkud neustálenou terminologii. Používá se jednoslovný termín latebra i rozlišení tělo latebry (body of latebra, centrální kulovitý prostor vprostřed žloutku) a krček latebry (neck of latebra, sloupec světlého žloutku v pozici písmene I na obr. 1). Každopádně K je vždy Panderovo jádro/centrum, neoznačuje se za část latebry.

celkem 2 body
za dvě až tři chyby 1,5 bodu
za čtyři až pět chyb 1 bod
za šest chyb 0,5 bodu

4. Z nákresu je patrné, že ve vejci je hned několik bariér. U všech stručně uveďte, jaké jsou povahy (z čeho se hlavně skládají). Které z nich by mohlo rozpustit mýdlo nebo jiný detergent? Podobnost s otázkou č. 2 z úlohy o izolaci DNA v první sérii je čistě náhodná ;-)

A + B – (nerozpustný) kolagen. C – kalcit (uhličitan vápenatý). D – glykoproteiny, vosky a jiné hydrofobní látky. L – fosfolipidy a proteiny (je to buněčná membrána). Detergent by rozpustil D a L.

celkem 2 body

u A + B zmínka o kolagenu, u C kalcit či synonyma, u D proteiny / hydrofobní látky, u L fosfolipidy (proteiny jsou tam taky, ale v tomto kontextu ne tak významně) za 1,5 bodu za každou chybu o 0,5 bodu méně za správné označení D a L 0,5 bodu

5. Kdy a jak vzniká struktura H? Jaká je její funkce?

Vzduchová komůrka je prostor mezi vnitřní a vnější papírovou blánou. Vzniká fyzikálně po snesení, když vejce vychládá. Vnitřní (polo)tekutý obsah se smršťuje víc, než pevná skořápka. Takto se obě membrány odloučí. Vzduchová komůrka je důležitá pro výměnu dýchacích plynů, aby se embryo neudusilo.

celkem 1,5 bodu

*za vysvětlení vzniku 1 bod
za vysvětlení funkce 0,5 bodu*

6. Vypište písmena označující části, které se nakonec stanou součástí těla kuřete.

E–G + I–N. I až N (žloutek) se stává přímo součástí embrya, E až G (vrstvy bílku) jsou vstřebány před vyklubáním.

1,5 bodu

*pro získání bodů musí být uvedeno J a nesmí být uvedeno A–D
za dvě chyby 1 bod
za tři chyby 0,5 bodu*

7. Tvrzení „Vajíčko pštrosa je opravdu obří buňka.“ je poněkud zavádějící. Proč?

Celé vajíčko není buňka. Buňkou je pouze žloutek (vitelinní membrána odpovídá obecné membráně plazmatické). Vrstvy nad žloutkem jsou produktem žláz ve vejcovodu.

za zmínku o tom, že celý žloutek je buňkou a zbytek vejce je produktem žláz ve vejcovodech 1,5 bodu méně bodů za nejasné nebo nepřesné vysvětlení

8. Co se děje, když vajíčko vaříme natvrdo? Co způsobuje změnu konzistence bílku a žloutku?

Proteiny, které jsou ve vejci, jsou denaturovány teplem (mění se konformace jejich molekul). Přebíhá z rozpustné globulární (klubíčkovité) do nerozpustné fibrilární (vláknité), což se projevuje změnou konzistence a barvy.

za zmínku o denaturaci proteinů 0,5 bodu

9. Zaměřme se nyní na vaječnou skořápku a pusťme se už do něčeho praktického. Když vajíčko necháme máčet v octu, dojde k podivným věcem. Experiment zpracujte do protokolu, přidejte fotodokumentaci a vysvětlete, co se stalo. Zapíšte proces chemickou rovnicí; co jsou zač uvolňované bublinky? A co se stalo se žloutkem?

Ocet je zhruba 5% roztok (podle značky) kyseliny octové. Ta reaguje s uhličitanem vápenatým ve skořápce za vzniku rozpustného octanu vápenatého a kyseliny uhličité. Kyselina uhličitá se samovolně rozkládá na vodu a oxid uhličitý, který vyublává do vzduchu. $\text{CaCO}_3 + 2 \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$; $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ Z vajíčka zbyde jakýsi poměrně pevný a pružný míček – přes kolagenové papírové blány proniká osmotickou silou voda, neboť uvnitř vejce je vyšší koncentrace rozpuštěných látek než v roztoku octa. „Nahé“ vajíčko je tak zpevněno hydrostatickým tlakem, podobně to dělají i mnozí bezobratlí bez pevné kostry. Žloutek se ve vejci zpevní (nabyde jakési gelovité konzistence). Proteiny v něm se totiž denaturují působením octu, a tak přechází z rozpustné do pevné podoby.

celkem 6,5 bodu

za vysvětlení až 1,5 bodu

za dobře zapsanou chemickou reakci uhličitanu vápenatého 1,5 bodu

za chemickou reakci nebo slovní popis uvolňování CO_2 0,5 bodu

za popis změny žloutku a vysvětlení 1 bod

za fotografickou dokumentaci až 1 bod

za další náležitosti protokolu (úvod, metodika, závěr a diskuse) až 1 bod

10. Stejný trik jako s octem může (teoreticky) fungovat i s některými sladkými limonádami. Co musí obsahovat? Experiment vyzkoušejte a vyfoťte. Pravděpodobně však nedosáhnete stejného výsledku jako s octem. Čím to je?

Vhodná je např. kola – obsahuje kyselinu fosforečnou, takže je kyselá. Zbytek je podobný jako s octem. Její koncentrace je však daleko menší, než kyseliny octové v octu. Takže ačkoli je kyselina fosforečná více jak 100× silnější než octová, je v kole asi 30000× zředěnější než octová v octu. Proto není skořápka kolou rozpuštěna rychle.

celkem 3 body

za vysvětlení a diskutování (zmínka o kyselině (fosforečné) v limonádě) až 1,5 bodu

za zmínku o vyšší síle, ale nižší koncentraci 1 bod

jen za zmínku o koncentraci 0,5 bodu

za fotografickou dokumentaci 0,5 bodu

11. Najděte jinou potravinu místo limonády, která bude fungovat. Podle čeho jste ji vybrali? Opět zmiňte v protokolu i s fotkou.

Vyzkoušel jsem citronovou šťávu, s docela hezkým úspěchem (skořápka se nerozpustila úplně, byla ale znatelně narušena). Obecně to musí být cokoli dostatečně kyselého (a jedlého, má to být potravina).

*celkem 1,5 bodu
za výběr potraviny a vysvětlení výběru 1 bod
za fotografickou dokumentaci 0,5 bodu*

BONUSOVÁ OBTÍŽNÁ OTÁZKA: Proč je přítomna struktura I a jak souvisí s pozicí struktury J? Proč nemůže být J umístěno vprostřed žloutku?

Nejdříve se zakládá zcela centrální část žloutkové koule se zárodečným terčíkem (to je vlastně oocyt a buněčná masa z něho vzniklá) na povrchu. Když se přidávají koncentrické vrstvy tmavého a světlého žloutku, terčík zůstává stále těsně pod membránou – nové vrstvy ho nepřekrývají. Proto se pod ním vytváří jeho stopa od středu k povrchu, zvaná latebra. Kdyby byl zárodečný terčík uvnitř žloutkové koule, spermie by neměly šanci k němu hustým prostředím proniknout a oplodnit oocyt. Podle https://www.researchgate.net/post/Does_anybody_know_the_role_of_latebra_and_nucleus_of_Pander_in_the_birds_embryo_development

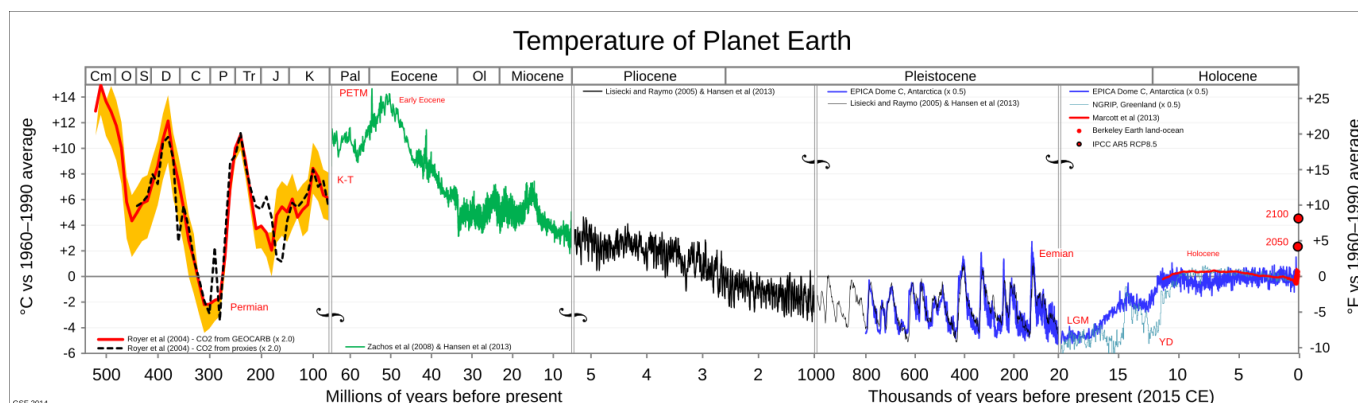
*celkem 2 body
za vysvětlení vzniku latebry a Panderova centra 1,5 bodu
za nemožnost oplození uvnitř žloutku 0,5 bodu*

Úloha 5 (seriál): Historický vývoj biotů

Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 20

V prvním díle našeho seriálu o biomech jsme si řekli, že jejich rozšíření na povrchu Země je dáno především klimatickými vlivy (teplota, srážky). A protože klima na planetě není zdaleka stálé, a v průběhu věků se mění, i rozšíření biotopů prochází dlouhodobým vývojem. V tomto dílu seriálu se zaměříme na pár nejzajímavějších klimatických změn.



Obr. 2: Vývoj pozemské teploty od prvohor po současnost. Pozor, časová osa není v rovnoměrném měřítku! Prvohory: Cm – kambrium, O – ordovik, D – devon, C – karbon, P – perm; druhohory: Tr – trias, J – jura, K – křída.

Proč a jak se měnilo klima na Zemi

Z obrázku 2 je zřejmé, že klima na Zemi prošlo několika teplými i chladnými epochami, které se zpravidla provázely zaledněním zemského povrchu v polárních oblastech. **Ochlazení** zemského povrchu může nastat ze dvou hlavních příčin – jednak díky **poklesu atmosférického CO₂** a negativnímu skleníkovému efektu, za druhé **změnou mořských proudů**, čímž se ovlivní globální rozložení teplot.

1. První velká doba ledová v prvohorách byla na přelomu ordoviku a siluru. Krátce po jejím skončení se na povrchu objevily cévnaté rostliny. Dohleďte hlavní příčinu této doby ledové a vysvětlete podrobně chemickou podstatu tohoto jevu.

Tehdy docházelo k výrazné Appalačské orogenezi (vrásnění) díky kolizi tehdejších kontinentů. Tvorba hor byla následována masivní erozí a chemickým zvětráváním. Při ní se rozpouští křemičitanové vyvěliny kyselinou uhličitou (tedy CO₂ rozpuštěný v dešti). Hořčatinový iont z křemičitanů se uvolňuje a reaguje s uhličitavým iontem a fixuje ho v nerozpustné formě MgCO₃. Podobně se uvolňuje i draslík, který poté jako uhličitan zůstává v půdním roztoku a postupně se dostává do oceánů. Tyto geochemické procesy jsou zřejmě nejdůležitějšími regulátory obsahu CO₂ v ovzduší.

2 body

2. Další ochlazení proběhlo na konci karbonu. Karbon je proslulý maximálním rozvojem plavuňových pralesů, ze kterých vzniklo uhlí. Proč došlo k ochlazení v tomto případě?

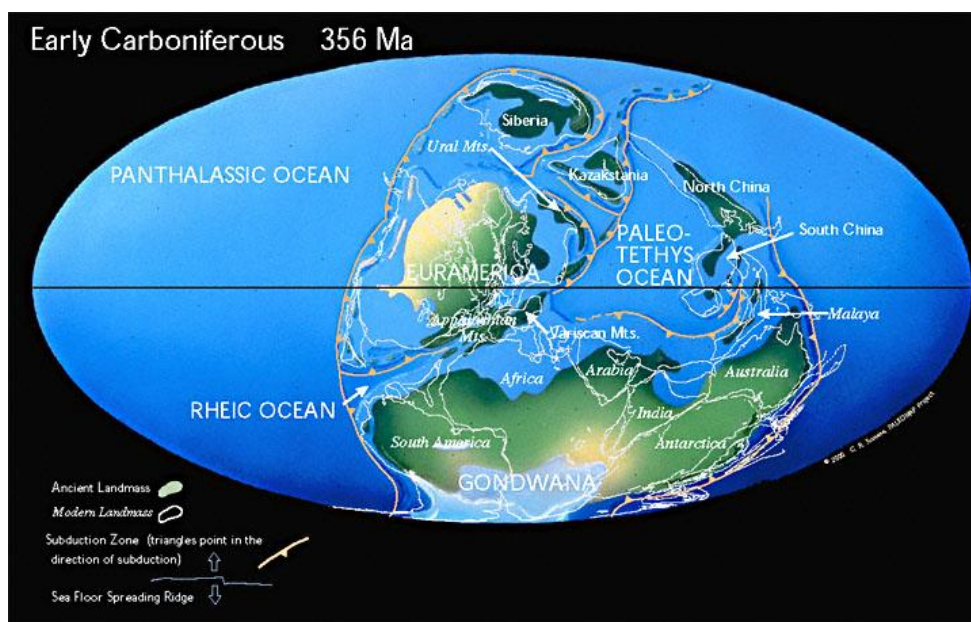
Příčinou ochlazení je prudký pokles CO₂ díky mohutné vegetaci a fixaci biomasy do uhlí. Návrat tohoto fixovaného uhlíku zpět do atmosféry se děje až nyní, kdy pálíme karbonské uhlí.

1 bod

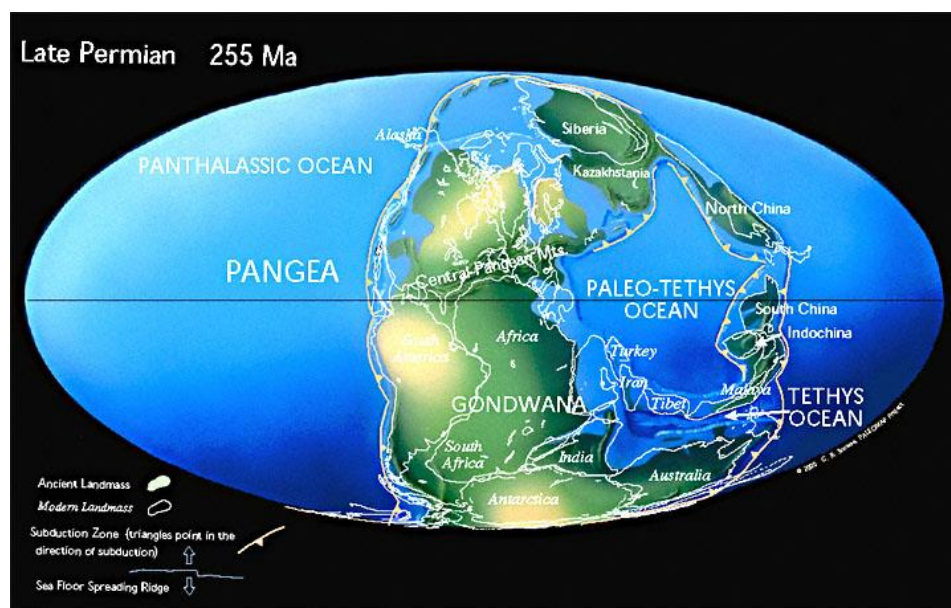
3. Katastrofickou epochou pro život na zemi byl konec permu. Tehdy došlo k nejhoršímu masovému vymírání v historii, vyhnulo až 96 % vodních druhů a 70 % suchozemských obratlovců. Hlavní příčinou zřejmě bude nějaká katastrofická událost (dopad planetky či vulkanismus), nicméně klima se v té době měnilo již delší dobu. Porovnejte paleogeografické mapy na obrázcích 3 a 4. Jak se změnilo rozmístění kontinentů od začátku karbonu po konec permu? Čím se rozmístění kontinentů v permu vyznačuje a jaký to mohlo mít dopad na jejich klima? Který typ biotopu byste očekávali jako nejrozšířenější v tropických oblastech v karbonu a který na konci permu?

V této době proběhla fúze kontinentů do superkontinentu Pangea. Ta se rozkládala na rovníku a díky své velikosti byla zřejmě ve svém jádru suchá a horká, rozšířili se tedy výrazně pouště a její klima bylo celkově velmi kontinentální. Naproti tomu v karbonu byly v tropickém pásu menší kontinenty, obklopené teplými moři, takže více dominoval tropický deštný les.

3 body



Obr. 3: Země na počátku karbonu.



Obr. 4: Země na konci permu.

4. Nejproslulejší vymírání probíhalo na přelomu křídý a třetihor (K/T boundary), po němž byla flora nahosemenných rostlin vystřídána krytosemennými a fauna s dominancí veleještěřů savci a ptáky. Samotné vyhynutí druhohorních dinosaurů by mohlo být způsobeno i postupně působícími biotickými faktory, například pokud by krytosemenné

začali aktivně vytlačovat nahosemenné, přesto se obecně přijímá teorie globální katastrofy. Uveďte několik charakteristik tohoto vymírání, které potvrzují katastrofickou teorii a popište ve stručnosti, co se tehdy stalo a co to způsobilo.

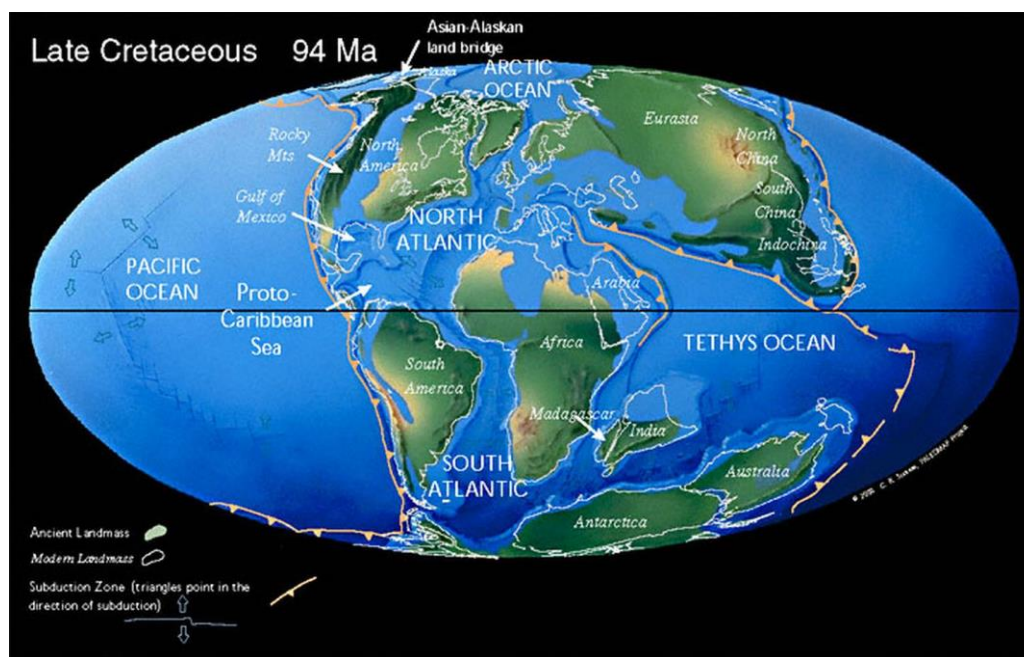
Především je třeba zmínit, že vymření dinosaurů je jen zlomkem z celkového rozsahu extinkce. Celkem vymřely tři čtvrtiny všech druhů na Zemi a obrovským způsobem byly postiženy i planktonní organismy v moři. Ve fosilním záznamu je zachyceno období dominance kapradin, takže spíše než k pozvolnému kompetičnímu vyloučení nahosemenných krytosemennými, došlo k absolutní destrukci společenstev následované expanzí odolných kapradin (ty bývají prvními kolonizátory nových sopečných ostrovů). V geologickém záznamu se nalézá v dotčeném období vrstva s vyšší koncentrací iridia, která se dá vysvětlit pouze mimozemským původem, zřejmě dopadem několika úlomků planetky, po nichž zůstal například kráter Chicxulub na Yukatánu. Jiný úlomek dopadl na měsíc a zanechal zde dobře patrný kráter Tycho. Asteroid tehdy dopadl do moře, což se projevilo doloženou vlnou tsunami v celé karibské oblasti. Následné vyvržení žhavé hmoty do atmosféry zničilo část povrchu tepelným zářením a rozsáhlými požáry. Obrovská mračna prachu poté na alespoň rok zablokovala přístup slunečního záření na povrch. Dalších několik let ovlivňovaly planetu deště kyseliny sírové, které byly způsobeny vyvržením minerálů obsahujících síru. Katastrofu mohl umocnit i fakt, že v karibské oblasti je v minerálech velké množství ropy, jejíž vyvržení a následný požár umocnil množství prachu v ovzduší... Kombinací všech těchto vlivů byly po několik let postiženy fotosyntetizující organismy a rozvrat ekosystémů zřejmě na mnoho let změnil i globální klima (zvýšený skleníkový efekt vlivem CO_2 z požárů a rozkladu). Proto bylo postiženo tolik organismů.

2 body

5. Když se podíváme na závěr křivky teplot, jasně vidíme postupný pokles teplot od třetihor po současnost. Na počátku třetihor bylo i v našich zeměpisných šířkách vlhké subtropické klima a v Evropě bývaly například mangrovové lesy. Podívejte se na mapku rozmístění tehdejších kontinentů na obrázku 5. Jaké oceánské proudění tehdy mohlo výrazně oteplovat celou planetu a proč toto proudění v pozdějších epochách ustalo?

Z mapky vidíme, že je na Zemi souvislý pás moří podél rovníku. Předpokládá se existence silného rovníkového proudu, který ohříval a zvlhčoval celou planetu. Proud ustal poté, co došlo ke kolizi Arabské desky s Eurasijskou a ke spojení Amerik. Nyní nedochází k akumulaci teplé vody v rovníkových oblastech, ta je naopak odváděna proudy k severu a k jihu výměnou za chladnou vodu arktickou a antarktickou.

2 body



Obr. 5: Země na konci křídý

6. Změna mořských proudů však není jedinou příčinou klimatických změn. Celý závěr třetihor (s výjimkou posledního staletí) probíhá postupný pokles koncentrace CO_2 v atmosféře, díky čemuž se klima ochlazuje negativním skleníkovým efektem. Vysvětlete příčinu tohoto poklesu.

Hlavní příčinou poklesu koncentrace CO_2 je monstrózní Alpsko-himalájská orogeneze, která probíhá v pásu od Pyrenejí až po Indonésii a je způsobena kolizí Gondwanských kontinentů s Eurasií, která probíhá během celých třetihor a nemá období v minulosti. Zároveň dochází k expanzi Atlantského oceánu, který se přetlačuje s Tichým a to zapříčiňuje vrásnění Andské a Skalistých hor. Intenzivní eroze a zvětrávání poutá oxid uhličitý a fixuje ho v sedimentech.

1 bod

7. Poměrně radikální událostí byl náhlý pokles teploty na přelomu eocénu a oligocénu, který byl následován i vymíráním. Které biotopy byly tehdy vymíráním postiženy nejvíce? V souvislosti s vymíráním vysvětlete termín „Antarctic

Bottom Water“. Zjistěte, se kterou událostí tento termín souvisí a proč k této události poměrně náhle došlo. Opět vám pomůže pohled na mapu na obrázku 5 a porovnání se současným stavem, především se zamyslete, zdali oceánské proudy, které se v dotčené oblasti vyskytují dnes, mohly existovat i v minulosti.

Toto vymírání se projevilo zejména v mořích. Termín „Antarctic Bottom Water“ označuje akumulaci ledové vody na dně světového oceánu od okamžiku, kdy se začala zaledňovat Antarktida. Před tím byla i na dně oceánů poměrně teplá voda, nyní je u dna oceánů teplota i pod 2 °C. Tok ledové vody z ledovcového štítu Antarktidy změnil celkové oceánské proudění a vedl ke globálnímu ochlazení moří. Antarktida se zalednila velmi náhle poté, co kontinentálním driftem doputovala osamoceně na jižní pól, díky čemuž okolo ní vznikl okružní chladný mořský proud (Západní příhon, nejmohutnější a nejchladnější mořský proud na Zemi). Jeho vlivem se Antarktida klimaticky ještě více izolovala a její prochlázení se ještě prohloubilo. Výběžky Západního příhonu zasahují až do tropických oblastí, a tak ovlivňují celé globální klima.

3 body

8. Další vývoj klimatu ve čtvrtohorách je jen důsledkem událostí nastartovaných ve třetihorách. Tak jak se postupně ochlazovalo, začaly mít na klima výraznější vliv Milankovičovy cykly. Ty jsou dány především periodickými změnami excentricity oběžné dráhy Země kolem Slunce a sklonu zemské osy. Vysvětlete, jaký význam pro klima má změna sklonu zemské osy. Kdy došlo k poslednímu maximálnímu vychýlení zemské osy, jaký to mělo dopad na klima a co se tehdy událo?

Maximální vychylka zemské osy proběhla okolo roku -8700. To se kryje s koncem poslední doby ledové a zřejmě je to i jeho příčinou. Při větší vychylce zemské osy jsou extrémnější roční období, tedy teplejší léta, což mohlo vést k destabilizaci kontinentálního ledovce a oteplení klimatu.

2 body

9. Druhým významným faktorem Milankovičových cyklů je precese zemské osy, tedy skutečnost, že zemská osa nemá stále stejný směr vůči hvězdám (nyní směřuje zhruba k Polárce), ale s periodou 26 tisíc let opisuje plášť kužele a za 13 tisíc let bude směřovat zhruba ke hvězdě Vega. Důsledkem tohoto jevu je to, že pokud dnes máme zimní slunovrat v prosinci, tak za 13 tisíc let bude zimní slunovrat v červnu. To samo by nezpůsobilo změnu klimatu, pokud by nebyla oběžná dráha Země kolem Slunce eliptická. Ta má dnes takový tvar, že v lednu je Země nejbližší Slunci (přísluní) a v červenci naopak nejdále (odsluní). Odvod'te, jaký má precese dopad na extrémnost ročních období na Zemi a jaký dopad na klima na Zemi by mohl mít opačný stav, kdyby se kryla chladná perioda na severní polokouli s průchodem Země odsluním. Berte v úvahu rozložení kontinentů na Zemi a skutečnost, že ledovcové příkrovy se vytváří výhradně na kontinentu, případně na jeho šelfovém okraji.

Díky tomu, že je v zimě, kdy je chladno na severní polokouli, zároveň přísluní, je zima na severní polokouli poněkud mírnější, léto naopak zase o něco chladnější. Dochází zde tedy ke zmírňování extrémů. To je důležité, protože okolo severního pólu je rozmístěno více kontinentů (Severní Amerika + Eurasie). Pokud by byla na severní polokouli zima extrémnější, docházelo by k významnému ochlazení kontinentů a jejich zalednění. Na jižní polokouli je hodně moře, tudíž nemá větší extrémnost takový vliv. Na moři nevzniká ledovcový příkrov (pouze tenká vrstva ledu), navíc moře má větší tepelnou kapacitu než pevnina, takže se zde rozdíl teplot během roku více vyrovnávají.

2 body

10. Co se bude dít v budoucnosti? To se můžeme jen dohadovat, nicméně je velmi pravděpodobné, že díky zvyšování CO₂ v atmosféře důsledkem lidské činnosti se klima výrazně promění a je možné, že zcela ustanou glaciální cykly a vrátíme se k teplému klimatu, které panovalo do poloviny třetihor. Zjistěte, jaká je současná koncentrace CO₂ (rok 2017), jaká byla okolo roku 2000, jaká zhruba v předindustriální době (před rokem 1800), jaká v době ledové a jaká byla v oligocénu. Co udává jednotka ppm?

Údaje se měří v ppm. To je stejná jednotka, jako procenta, akorát procenta jsou 1/100, ppm jedna miliontina.

2017	407 ppm
2000	370 ppm
před 1800	280 ppm
glaciál	180 ppm
oligocén	760 ppm

Při poklesu pod 600 ppm údajně začalo docházet k zaledňování Antarktidy.

2 body

