

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 2

Série 2 - řešení

Milí přátelé,

Otevíráte autorské řešení druhé série, tentokrát vydané s historickým zpožděním, za což se osobně velice omlouvám. Alespoň vám ale můžeme popřát krásný vstup do jarní periody roku, která je, dle mého názoru, pro mnoho biologů nejkrásnější.

Za kolektiv autorů

Stanislav Vosolsobě

Úloha 1: Bioslav na hraně zákona

Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 18

To, že dělat pokoutně genetické modifikace organismů, tedy vnášet do nich cizorodé geny a exprimovat je tam, je trestné, Bioslav moc dobře věděl. Vůbec ho to ale neodrazovalo od snahy dosáhnout tohoto „svátého grálu“ experimentální biologie. Proto také neustále prosil rodiče, že chce bratříčka. Vzhledem k tomu, že mu rodiče stále ještě nevyhověli, rozhodl se transformovat prozatím svoji rostlinu.

1. Nejjednodušší metoda transformace buněk nějakého organismu vychází z vynálezu, který si v 18 letech nechal patentovat Samuel Colt. Jak tato metoda funguje?

Je to biolistická transformace. Používá čistou izolovanou DNA, například plasmid, na kterém je námi vnášený gen společně s promotorem, který umožní expresi v rostlině. DNA se za pomoci vápenatých iontů a spermidinu (ten působí jako lepidlo) vysráží na kuličky zlata či wolframu veliké zhruba 1 mikrometr. Suspenze kuliček se potom nechá zaschnout v plastových trubičkách a ty slouží jako náboj do speciální plynové pistole, která proudem helia vráží kuličky do materiálu. Pokud trefíme jádro, dochází k okamžité expresi. Je to jediná metoda, která funguje u většiny organismů. Účinnost je ovšem velice malá.

1,5 bodu za název a vysvětlení metody

2. Jak se vyvíjí exprese vneseného genu touto metodou, pokud se buňka rozdělí?

Tato metoda funguje jako tranzitní, tedy přechodná, transformace. Sice s malou pravděpodobností může dojít k inkorporaci genu do genomu organismu, ale k tomuto účelu se biolista zpravidla nepoužívá. Za normálních okolností (pokud buňka nezahyne) při mitoze transformace vymizí.

1 bod, chtěl jsem zmínku, že jde o tranzitní expresi, avšak ve většině případů jste popisovali situaci, kdy se DNA inkorporuje, která je vzácná. Za to bylo 0,5 bodu.

3. Zatímco předchozí metoda byla umělá, existují i transformace probíhající přirozeně v přírodě. V případě rostlin umí transformovat rostlinné buňky jedna bakterie. Jak se jmenuje a kde by ji Bioslav našel v přírodě, kdyby si ji chtěl „uchočit“?

Bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Vyskytuje se v půdě a napadá rostlinná pletiva, kde dělá nádory. Bioslav by ji mohl zkusit izolovat třeba z těchto nádorů.

1,5 bodu

4. Jak tato bakterie funguje? Proč transformuje rostlinu? Stručně shrňte, co do ní vnáší za geny a co tyto geny dělají. Co je to T-DNA? Jaké geny jsou nutné k tomu, aby transformace proběhla, a kde je celý transformační aparát v bakterii kódován?

Pokud dojde k poranění rostliny, např. živočichy, uvolní se z poraněného pletiva polyfenolické látky, které lákají *Agrobacterium*. To se přichytí na rostlině a provede transformaci. Transformační aparát je na Ti plasmidu (tumor-inducing). Ten nese sadu *vir* genů, které kódují proteiny potřebné pro vystřížení části Ti plasmidu oné T-DNA, a její přenos a integraci do rostlinného genomu. T-DNA je dlouhá 25 000 bp, je ohraničena signálními sekvencemi pro její vystřížení z plasmidu a nese geny pro nadměrnou syntézu auxinů a cytokininů a dále pro syntézu opinů. Opiny jsou konjugáty aminokyselin se sacharidy (existují v mnoha variacích) a slouží jako zdroj potravy pro bakterii. Fytohormony způsobí nádorové bujení pletiva, ve kterém se bakterie množí. Bakterie tedy transformací donutí rostlinu vytvořit nejen nádor, ale i látky pro svoji výživu.

3 body

5. Porovnejte tento typ transformace s první metodou a opět uveďte, jak se vyvíjí exprese vnesených genů po mitose buňky.

Princip této transformace spočívá ve stabilní integraci DNA do genomu hostitele. Šíří se tedy mitoticky.

1 bod

6. Když už umí tato bakterie vnést nějaký gen do rostliny, bylo by hřích toho nevyužít ve výzkumu. Je však třeba nejdříve modifikovat samotnou bakterii a pozměnit genový úsek, který bakterie vnáší do rostliny. Kam musíme umístit náš gen, aby ho bakterie vnesla do rostliny? A které geny by bylo naopak vhodné odstranit z genomu bakterie?

Je třeba modifikovat T-DNA, vlastně tam necháme jen okrajové signální sekvence a odstraníme všechny patogenní geny

pro syntézu fytohormonů a opinů. Místo nich tam vkládáme náš gen s promotorem.

1,5 bodu

7. Přípravě bakterie na transformaci se budeme věnovat příště. Teď nás bude zajímat transformace rostliny. Zkuste vymyslet postup, jak by bylo možné s využitím zmíněné bakterie (předpokládejme, že již vnáší žádaný gen) transformovat rostlinu tak, aby byly transformovány všechny její buňky. Možných postupů je vícero, některé vycházejí z obrovských regeneračních schopností rostlinných buněk, jejichž většina je totipotentní.

Nejpoužívanější je metoda „floral dip“, kdy ponoříme nerozvítené květenství do bakteriální suspenze, čímž se natransformují pohlavní buňky. Z nich vyroste potomstvo obsahující natransformované rostliny. Používá se třeba u huseníčku. Při metodě listových disků vystříhneme kus listu, ponoříme na pár dní do suspenze bakterií a pak necháme na médiu s fytohormony z listu regenerovat celou rostlinu. Bakterii hubíme příslušným antibiotikem. Nebo můžeme vycházet z kalusové kultury či buněčné suspenze, což jsou kultury nediferencovaných buněk, které opět kultivujeme s bakterií a po několika dnech, kdy došlo ke transformaci regenerujeme na specifickém živném médiu s auxiny a cytokininy opět do podoby rostliny.

1,5 bodu

8. Kdybychom se podívali podrobně, jak vypadá modifikovaný úsek, který bakterie vnáší do rostliny ve skutečné vědecké praxi, zjistíme, že tam není pouze gen našeho zájmu, ale i další gen, třeba Aph IV či NptII. Proč se tyto geny používají a jak se to projeví v pracovním postupu z předchozí otázky? Co bychom vypěstovali bez použití těchto genů?

Současně s genem zájmu se vnáší i gen pro resistenci k antibiotiku, v tomto případě k hygromycinu, respektive ke kanamycinu. Pokud totiž provedeme transformaci, získáme třeba u floral dipu pár transformovaných semen mezi několika sty semen, které na rostlině celkově vyrostou. Podobně je tomu i při transformaci kalusových buněk. Abychom vyseletovali modifikovanou linii, vysejeme ji na antibiotikum, kde všechny ostatní buňky či rostliny zahynou. Bez antibiotika bychom také mohli vypěstovat chiméru, tedy rostlinu z částí buněk transformovanou a částí netransformovanou.

2,5 bodu

9. Vnášení genů není jen vědeckou radovánkou; popište dva konkrétní příklady, kdy se pěstují rostliny s cizorodými geny a co to přináší za výhody (či nevýhody).

Pěstuje se třeba Bt kukuřice, která produkuje proteinový Bt toxin původem z bakterie. Ten působí proti hmyzím škůdcům, neboť v trávicím traktu z netoxického prekursoru vzniká aktivní jed. Tato kukuřice je ekologičtější v tom, že nevyžaduje postřik insekticidem. U člověka se protein tráví normálně a toxin nevznikne. Hrozí ovšem přenos genu do planých rostlin a poškození i řady vzácných druhů hmyzu.

Známa je Zlatá rýže, která díky vneseným genům akumuluje karotenoidy a měla zachránit lidstvo 3. světa trpící nedostatkem vitamínu A. Zatím se však masově nerozšířila kvůli ne vždy zcela objektivní kritice.

Existují také plodiny resistantní k herbicidům.

Nevýhody GMO mohou spočívat v riziku šíření genů do planých rostlin a změny ekosystémové rovnováhy. Nicméně realita s transformacemi je taková, že většinou mají rostliny tendenci vnesený element inaktivovat umlčováním, protože ho dokážou identifikovat jako cizorodý (miliony let koevoluce s *Agrobacteriem* a rostlinnými viry naučilo rostliny dobře se bránit). Dále se argumentuje možností toxicity rostlin při konzumaci kvůli poškození nějakých enzymatických drah v rostlině. Pochopitelně toto riziko nelze zcela vyloučit, nicméně ani nebylo prokázáno a případná skrytá toxicita bude jistě menší, než třeba toxicita způsobená smogem. Ne zcela ideální jsou i GMO plodiny s resistencí k herbicidům, neboť pěstování si vynucuje používat herbicidy a zátěž pro životní prostředí u takové kultury je větší, než u klasické. Nejvýraznější riziko GMO plyne z ryze komerčních příčin, kdy na plodiny mají patent firmy, které je vytvořily. S výjimkou Zlaté rýže firmy zpravidla neumožňují pěstitelům vysévat vlastní osivo (z toho, co si vypěstují), což není problém ve vyspělých zemích, ale Afriku taková plodina nespasí. Nutnost garantovaného osiva je však částečně smysluplná, neboť genetická modifikace se časem může eliminovat a kontrola osiva je žádoucí. Z důvodu vysoké ceny herbicidů pro 3. svět nejsou vhodné ani plodiny resistantní k herbicidům.

2,5 bodu

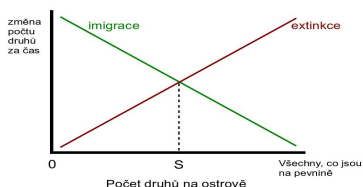
Úloha 2: Ostrovní biogeografie

Autor: Jirka Hadrava

Počet bodů: 12

Teorie ostrovní biogeografie je jedním z prvních úspěšných pokusů o matematické namodelování nějakého biologického procesu pouze na základě několika jednoduchých úvah. Autoři si zadali za cíl podhalit pravidla v tom, kolik druhů může společně žít na jednom ostrově. Ostrovní společenstvo podle teorie ostrovní biogeografie ovlivňují dva základní procesy: prvním je imigrace nových druhů z pevniny na ostrov, druhým je vymírání (extinkce) druhů na ostrově. Počet druhů na ostrově se v našem modelu bude pohybovat v rozmezí od nuly do takového počtu druhů, kolik jich žije na pevnině. Náš systém se bude chovat následovně: pokud na ostrově žádné druhy nebudou, tak každý jedinec, který se na ostrov dostane, bude znamenat příbytek nového druhu. Tok nových druhů z pevniny na ostrov tedy bude nejrychlejší právě ve chvíli, kdy je ostrov zcela pustý. Čím více druhů na ostrově bude, tím méně nových bude přibývat, pokud na ostrově budou všechny

druhy, které jsou na pevnině, nové druhy nebudou přibývat vůbec. Závislost rychlosti přibývání druhů na ostrov vyjadřuje zelená přímka v grafu na obrázku 1. U extinkce bude závislost opačná: pokud na ostrově nebude žádný druh, nemá co vymírat, rychlost úbytku druhů bude tedy nulová. Bude-li se však počet druhů zvyšovat, bude se zvyšovat i šance, že některý z nich na ostrově vymře. Toto znázorňuje červená přímka v grafu na obrázku 1.



Z modelu tedy vyplývá, že pokud na ostrově bude druhů méně, než odpovídá hodnotě v grafu označené písmenem S, rychlost přílivu nových druhů bude rychlejší než rychlost vymírání přítomných, jejich počet tedy poroste až do hodnoty S. Když by však počet druhů hodnotu S překročil, rychlost vymírání by překonala rychlost imigrace a počet druhů na ostrově by se opět začal snižovat. Na ostrově se tedy bude udržovat rovnovážný a stabilní počet druhů S. Ani červená, ani zelená přímka však v bodě S nemají funkční hodnotu rovnou nule, znamená to tedy, že ač počet druhů bude zůstávat neměnný, druhy budou jak vymírat, tak přibývat, a bude se tedy v čase měnit, které druhy zde budou.

1. Na konci šedesátých let minulého století se mezi biology stala populární Teorie ostrovní biogeografie (The Theory of Island Biogeography). Kdo s touto teorií přišel a čím jiným se její autoři proslavili?

Robert Helmer MacArthur se zabýval hlavně teoretickou ekologií, Edward Osborne Wilson socialitou mravenců.

1 bod

2. Pokud bychom tímto modelem chtěli srovnat dva různě velké ostrovy, můžeme předpokládat, že na menším ostrově budou mít druhy menší populace a budou tedy náchylnější k vymření. Rychlost extinkce tedy bude s přibývajícím počtem přítomných druhů narůstat rychleji. Jaký tedy bude rozdíl mezi malým a velkým ostrovem v hodnotě stabilního počtu druhů a v rychlosti obměny druhů za čas?

Na velkém ostrově bude stabilní počet druhů větší a druhová obměna pomalejší.

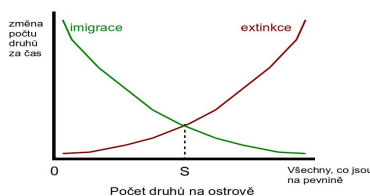
1 bod

3. Co byste na modelu upravili, pokud byste chtěli srovnat dva stejně velké ostrovy, z nichž jeden leží blízko pevniny a druhý leží daleko od pevniny?

Na blízký ostrov se budou druhy z pevniny dostávat snáze, stabilní počet druhů proto bude větší a obměna rychlejší.

1 bod

4. Graf závislosti imigrace a extinkce na počtu druhů na ostrově se často nekreslí s přímkami tak, jak je znázornění na obrázku 1, ale s konvexními křivkami tak, jak je vyobrazeno na obrázku 2. Jaká úvaha může vést k tomu, že konvexní křivky vystihují vztah závislosti imigrace či extinkce na počtu druhů lépe než přímky?



Graf na obrázku 2 bere v potaz fakt, že početnosti jednotlivých druhů nejsou shodné. Zatímco některé druhy jsou vysoce početné (a tedy kolonizují nový ostrov velmi snadno), jiné mají na pevnině jen malé početnosti a jejich šance dostat se na ostrov je mizivá. Ani společenstvo na ostrově nebude mít poměry mezi početnostmi druhů rovnoměrné, opět některé druhy budou mít velké populace, a tedy nebudou příliš náchylné k vymření, jiné budou mít naopak jen malé populace a vymřou velmi snadno.

2 body

5. Co s výsledkem našeho modelu udělá jeho rozšíření o předpoklad nelinearity těchto vztahů?

Předpoklad nerovnoměrnosti početností zvyšuje stabilitu systému. Obměna druhů (imigrace i extinkce) bude ve stabilním bodě probíhat pomaleji, neboť běžné druhy na ostrově již nejspíš budou (a relativně méně jich tedy bude přibývat), zároveň relativně méně druhů bude ubývat (protože ty, které tu jsou, jsou spíše ty s větší početností). Pokud by se ostrovní společenstvo od rovnovážného stavu vychýlilo na jednu nebo druhou stranu, znamená to, že přibyly spíše vzácné druhy (tedy druhy náchylnější k vymření) nebo naopak ubyly hojně druhy (tedy druhy, které se na ostrov snadno znovu dostanou), k vychýlení společenstva od rovnovážného stavu by tedy mělo docházet ještě obtížněji než v případě rovnoměrných početností všech druhů.

2 body

6. Když se dělala skutečná měření, kolik druhů na jakých ostrovech je, zjistilo se, že ostrovy ležící v šelfových mořích poblíž kontinentů hostí zpravidla více druhů, než by tato teorie předvíдалa, oceánské ostrovy naopak zpravidla méně. Proč tomu tak může být?

Pevninské ostrovy byly v průběhu glaciálů spojeny s pevninou, počátečním stavem po jejich oddělení tedy bylo, že na ostrovech žily všechny druhy, které jsou na pevnině. Zatím jich pouze nestačilo vymřít dost na to, aby ostrovní

společenstvo dosáhlo rovnovážného stavu. Oceánské ostrovy naopak vznikly zpravidla sopečnou činností a v době svého vzniku nehostily vůbec žádné druhy. Ty tam teprve postupně migrují a zatím jich nestačilo namigrovat dost na to, aby ostrovní společenstvo dosáhlo stabilní velikosti.

2 body

7. Model ostrovní biogeografie se dá aplikovat i na jiné systémy než systém pevniny, z níž rostliny a živočichové kolonizují ostrovy v moři. Zkuste vymyslet, kde jinde by se mohl model ostrovní biogeografie využít.

Např. hory a kopce, ostrůvky městských parků, ostrůvky lesa mezi poli, ostrůvky bezlesí (pasek) v lese, jezírka na pevnině, ale také třeba hrady, které jsou vápnitým ostrovem v okolním „moři“ nevápnitého podloží, což se projeví zejména v měkkější fauně.

1 bod

8. Teorie ostrovní biogeografie je založená na představě, že druhy mají svůj původ na pevnině a ostrovy pouze kolonizují. Reálně však známe řadu případů, kdy tomu tak není, kdy naopak ostrovní prostředí umožnilo nějaké linii vytvořit řadu nových, na pevnině neznámých druhů. Uveďte alespoň tři takovéto příklady.

Např. Geospiza na Galapágách, Drosophila na Havaji, Anolis na Antilách, Drepanididae na Havaji...

2 body

Úloha 3: R50.9 Febrilní stav N.S.

Autor: Kristýna Minářová, Magdalena Gajdošová

Počet bodů: 12

Bioslav se spolu se svým kamarádem Damiánem Bíbou vydali na lov řasníků do Číny k Mekongu. Po čtrnácti dnech systematického obracení kamenů a svícení UV lampou začal Damián propadat depresi. Zpočátku se Bioslav domníval, že si nešťastný entomolog zkrátka uvědomil, že za vytouženým hmyzem měl jet radši do pouště. Nicméně Damiánův stav se rychle zhoršoval. Druhý den začal zvracet, měl zimnici a třesavku s následnou horečkou 40°C. Bolely ho klouby a svaly, bylo mu špatně od žaludku. Když se v průběhu několika hodin objevily petechie (tečkovité krvácení do kůže), bylo Bioslavovi jasné, že musí zasáhnout. Natrhal v okolí *Artemisia annua*, ze kterého uvařil odvar a podal svému kolegovi před tím, než upadl do kómatu. Poté stopl kolem projíždějící rikšu, vyhodil Čiňana, který ji táhl, naložil svého přítele a odvezl ho do nejbližší nemocnice. Při příjmu měl Damián horečku 39,5°C, jevil známky dehydratace, byl bledý a měl sytý ikterus sklér a kůže (žloutenku). Petechie se mezitím rozšířily do masivních sufusí (splývavé krvácení do kůže a sliznic), které bylo především na končetinách. Měl pravidelnou, ale zrychlenou srdeční akci (tachykardii), a zatím čisté, sklípkové dýchání (fyziologický stav). Damián byl meningeální, vyznačeny byly především horní meningeální příznaky, ale po podání Paracetamolu nitrožilně (Paralen), klesla horečka a meningeální příznaky vymizely (tomuto jevu se říká meningismus). Břicho bylo měkké, prohmatné, játra nezvětšena a slezina přesahovala 5 cm pod levý žeberní oblouk (splenomegalie). Dále byly odebrány vzorky krve a moči s následujícími výsledky (v závorkách je uveden rozsah normálních hodnot, jedná se o přibližné hodnoty, parametry se některých laboratořích mohou mírně lišit v závislosti na použité metodě):

In lab:

hemoglobin: 45 g/l (pro muže 130–176)

erytrocyty (červené krvinky): $2,3 \times 10^{12}/l$ (pro muže $4,0\text{--}5,9 \times 10^{12}/l$), variabilní tečkování erytrocytů

trombocyty (krevní destičky): 60 ($150\text{--}350 \times 10^9/l$, trombocytopenie – snížení krevních destiček)

leukocyty (bílé krvinky): $15 \times 10^9/l$ ($4\text{--}10 \times 10^9/l$)

diferenciální rozpočet:

neutrofilů: 19 % (50–70%)

lymfocyty: 76 % (20–45 %, lymfocytosa – výrazně vyšší relativní počet lymfocytů)

INR (protrombinový čas dle Quicka, mezinárodní normalizovaný poměr): 8,5 (0–9–1,1 spontánně prodloužené koagulační parametry – krev nesrážlivá)

zvýšené jaterní testy:

ALT: 13,8 $\mu\text{kat}/l$ (pro muže 0,1–0,8 $\mu\text{kat}/l$)

AST: 8,6 $\mu\text{kat}/l$ (pro muže 0,1–0,85 $\mu\text{kat}/l$)

GMT: 3,4 $\mu\text{kat}/l$ (pro muže 0,1–0,85 $\mu\text{kat}/l$)

bilirubin přímý (konjugovaný): 50 mmol/l (0, –3,4 $\mu\text{mol}/l$)

bilirubin celkový: 300 mmol/l (2–17 $\mu\text{mol}/l$, hyperbilirubinemie – vysoká hodnota bilirubinu v krvi)

glykemie: 2,4 mmol/l (3,3–6,3 mmol/l, hypoglykemie)

CRP (C reaktivní protein): 60 mg/l (0–10 mmol/l)

urea (močovina): 16 mmol/l (1,7–8,3 mmol/l)

kreatinin (degradační produkt svalů, používá se k měření clearance ledvin): 1569 mmol/l (muži 62–115 mmol/l),

moč:

tmavá, bilirubin stopy, urobilinogen ++, hemoglobin +++, kultivačně negativní.

Damián byl okamžitě přijat na jednotku intenzivní péče, intubován a byla zahájena hemodialýza. Dále mu byla opakovaně podána transfuze erymasy, trombonáplavy a čerstvě zmrazené plasmy a také byla zahájena parenterální rehydratace

infusemi krystaloidů. Byla zahájena kausální terapie příslušným antimikrobiálním preparátem po dobu 7 dní nasogastrickou sondou. Během hospitalizace přechodné srdeční selhání s rozvojem plicního edému řešeno bolusovým podáním Adrenalinu a přetlakovou ventilací (PEEP). V dalším průběhu se pacientův stav postupně upravoval, v kontrolní laboratoři kompletní úprava sledovaných parametrů. Pacient propuštěn afebrilní (bez horečky), kardiopulmonálně kompenzovaný, s hraniční splenomegalií a celkově v dobrém klinickém stavu.

- 1. O jaké onemocnění se s největší pravděpodobností jedná a jaký druh je jeho původcem? Co vás k této diagnóze dovedlo? Která další onemocnění vyvolávají podobné příznaky a je nutné je v rámci diagnostiky vyloučit a proč?** Malárie – tropická. Etiologie (=příčina). *Plasmodium falciparum*, eventuálně kombinace jiných druhů malárie (kvartána – *Pl. malariae*, terciána – *Pl. vivax*, *Pl. ovale*) Průběh je příliš rychlý a závažný na to, aby byl vyvolán izolovanou kvartánou nebo terciánou. Důvodem, proč se příběh odehrává v Číně u Mekongu, je skutečnost, že jedná o oblast, kde se malárie vyskytuje již od starověku. Zároveň se tam již několik set let používá jako kausální lék pelyněk roční, *Artemisia annua*, který v posledních letech zažívá renesanci, protože jej objevil i farmaceutický průmysl a začal na jeho bázi syntetizovat lék s názvem Artemisinin. Pro malárii je zajímavá skutečnost, že prvním příznakem může být deprese. Dále se rozvíjejí nespecifické symptomy podobné chřipce. Ale v podstatě základním problémem je skutečnost, že se rozpadají červené krvinky a pacient na to není schopen reagovat, a proto mu postupně selhávají orgány. Tomu nasvědčuje i to, že zpočátku neměl postižené plíce (dýchání čisté, sklípkové), ale jak se zhoršoval stav, rozvinul se u něj edém plic a srdeční selhání. Pouze splenomegalie, bez hepatomegalie (u malárie jsou játra pouze mírně zvětšena – samozřejmě v ideálním světě, reálně pacienti stůňou po svém...), proto zvýšené jaterní enzymy – odpovídají poměrně těžké parenchymatosní lézi, která odpovídá prvnímu vývojovému stadiu Plasmodií v játrech. Podobné hodnoty lze vidět v „našich podmínkách“ při virové hepatitidě. Dochází k těžké hemolytické anemii, mechanismus vzniku viz otázka 3. Moč je při malárii tak tmavá, že se označuje termínem black-water-fever. To, že ledvinami prochází hemoglobin a urobilinogen vede k precipitaci (srážení) krystalů hemoglobinu uvnitř tubulů ledvin díky nízkému pH. To vede k mechanickému ucpávání ledvinných kanálků a následkem toho ledviny selhávají – akutní selhání ledvin. V laboratoři se to projeví jako vysoká urea a kreatinin. Hodnoty uvedené v úloze jsou hodně vysoké (hlavně kreatinin), pokud by nebyla zahájena dialýza, pacient by to nepřežil. Urea je sice hodně vysoká, ale nižší, než by odpovídalo kreatininu proto, že vzniká v játrech, která rovněž selhávají, a proto nedokážou syntetizovat takové množství močoviny, jaké by měly. Kreatinin je degradační produkt svalů a zároveň nejpoužívanější marker k hodnocení funkce ledvin. Vzhledem k těžkému katabolickému stavu, ve kterém se Damián jistě nachází, dochází k odbourávání svalů ve větší míře. Nejen tedy zhoršená filtrace ledvin, ale i vyšší produkce ve svalech je důvodem vzestupu kreatininu. Dále jsou zde příznaky probíhající DIC (diseminovaná intravaskulární koagulopatie). Jedná se o stav, kdy se aktivuje zároveň v celém těle srážecí a protisrážlivá kaskáda. Je to střet dvou jevů, ovšem protisrážecích faktorů je větší množství. Ve výsledku se krev se napřed v celém těle srazí, aby se za chvíli celá rozpustila. Místo krve vznikne nesrážlivá červená voda. Klinicky jsou vyjádřeny zpočátku petechie, později sufuse. Při malárii k tomuto jevu dochází hned z několika důvodů. Při rozpadu erytrocytů se, kromě Plasmodií, uvolňuje velké množství odpadu, který má smáčivý povrch, a tak spouští celou kaskádu. Navíc je mimořádně aktivní slezina, která vycytává erytrocyty a trombocyty. Dále selhávají játra, která produkují velké množství falešných mediátorů. Navíc, díky selhávajícím játrům se neprodukuje dostatečné množství srážecích faktorů, které zde normálně vznikají. Destičky napřed agregují ve vznikajících mikrotrombech, aby se v nich další rozbíjely, podobně reagují erytrocyty. Laboratorně tomu odpovídá trombocytopenie (malé množství destiček), nízká hodnota hemoglobinu, spontánně prodloužené INR.
- V diferenciální diagnostice připadají v úvahu všechna horečnatá onemocnění s výskytem v Číně s hemolytickou anemií: typhus, leptospiroza, dengue, hemorhagické horečky, akutní hemolytická anemie, virové hepatitidy, Reyův syndrom, návratný typhus, kala-azar, akutní otravy a další.

za diagnózu 3 body
za další choroby 2 body
celkem 5 bodů

- 2. Při svých cestách v Číně Damiána Bioslav léčil odvarem z *Artemisia annua*. Mohl by se léčit pomocí látek z jiných organismů i jinde na světě? Kde a čím?**
V Latinské Americe kůrou chinovníku.

celkem 0,5 bodu

- 3. Jakým mechanismem došlo ke vzniku anemie? Jaké příznaky a laboratorní hodnoty dokládají, že se jedná o anemii?**

Dochází k těžké hemolytické anemii, což znamená, že se rozpadají červené krvinky. V laboratoři tomu odpovídá nízká hodnota červených krvinek a vysoká hodnota nepřímého bilirubinu (menší chyták, v úloze není uvedena přímo hodnota nepřímého bilirubinu, protože ten laboratoře neměří. Je ale uvedena hodnota přímého a celkového, nepřímý bilirubin je dán jejich rozdílem). Při rozpadu erytrocytů totiž kromě klesajícího hemoglobinu musí být patrný i nárůst jeho degradačního produktu – což je nepřímý bilirubin. Přímý vzniká až po průchodu játry konjugací s kys. glukuronovou.

Všimněte si, že také stoupá, protože játra nefungují tak, jak by měly. Ale proti vzestupu nepřímého bilirubinu daným hemolýzou (rozpadem erytrocytů), je vzestup přímého bilirubinu zanedbatelný. Klinicky se vzestup bilirubinu projevuje jako ikterus – žloutenka. Při malárii je rozvoj žloutenky známkou těžkého průběhu. Dále pro probíhající hemolýzu svědčí tmavá moč a nález v ní. V moči je přítomen hemoglobin (ne všechn může být ihned degradován na bilirubin), a urobilinogen, což je v podstatě přímý bilirubin v moči. I samotná DIC (diseminovaná intravaskulární koagulopatie) vede k anemii. Laboratorně jí odpovídá kromě nízké hodnoty hemoglobinu také trombocytopenie anemie, spontánně prodloužené INR. Klinické příznaky anemie tvoří: bledost, ikterus (žloutenka), únava, spavost, splenomegalie a tachykardie, která vzniká z potřeby substituovat vzniklou hypoxii (snížené množství kyslíku) v tkáních rychlejším průtokem krve. K srdečnímu selhání v závěru úlohy došlo proto, že srdce již nezvládalo pokrýt potřebu tkání kyslíkem a proto selhalo jako pumpa.

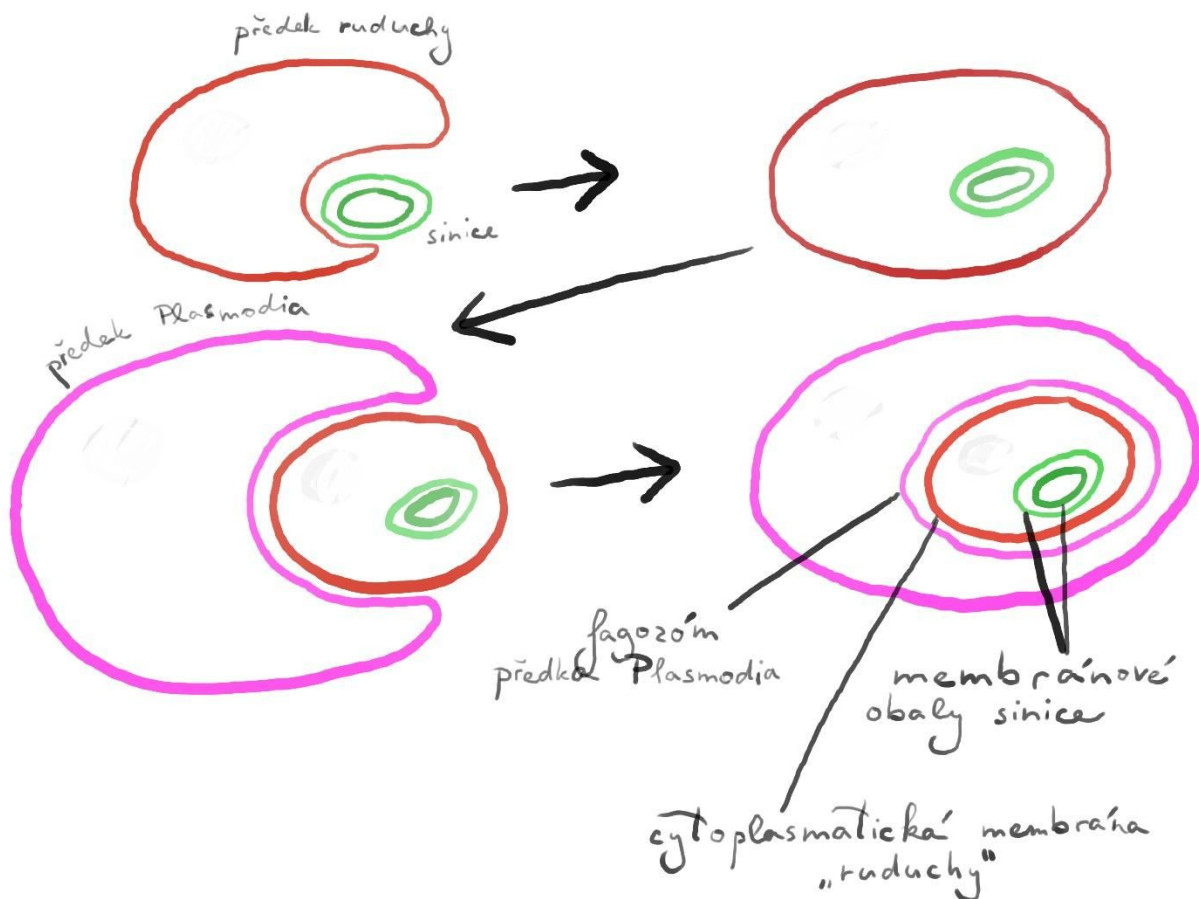
*za mechanismus 2 body
za hodnoty 0,5 bodu
celkem 2,5 bodu*

4. Pro původce tohoto onemocnění je typická přítomnost unikátní organely obalené čtyřmi membránami. Jak se tato organela nazývá a co nám o ní její název říká? Pokuste se popsat historii toho, jak při jejím vzniku pravděpodobně došlo k tomu, že má právě čtyři membrány. Pokud si nevystačíte se slovy, zkuste kreslit ☺. Jak se jevu, který jste právě popsali, říká?

Tou organelou je apikoplast – část „plast“, kterou zmínili téměř všichni, napovídá, že má něco společného s plastidem (je to hodně redukovaný plastid). Málokdo ovšem věnoval pozornost i té části „apiko“. Apikální znamená vrcholový. Apikoplast však na vrcholovém pólu buňky nenajdeme, jedná se tedy spíše o odvozeninu názvu skupiny Apicomplexa, pro kterou je právě apikoplast typický. Slovo Apicomplexa vychází z pojmu apikální komplex – a ten už v buňce skutečně apikální je.

Jak je to vlastně se vznikem těch čtyř membrán, je trochu zapeklité. Správně jste psali, že se jedná o sekundární endosymbiózu, tj. nějaká buňka pohltila sinici, z níž se stala organela (primární plastid), a potomka této buňky posléze pohltila buňka jiná a stalo se s ní totéž (sekundární plastid, který se u Apicomplexa redukoval na apikoplast). Tou druhou buňkou, která byla pohlčena, byla v tomto případě zřejmě nějaká ruducha (i o tom se ale spekuluje). Jaký je ale původ jednotlivých membrán?

Často panuje představa, že vnitřní membrána je membránou sinice a ta nad ní je z fagozómu předka ruduchy. Ve skutečnosti ale mají sinice membrány dvě a dvě nejvnitřnější membrány sekundárních plastidů jsou obě sinicového původu (vědci to poznají podle struktury těchto membrán). Stejný fakt platí i u všech rostlin, kdy obě membrány plastidu jsou sinicového původu. Následující membrána je cytoplasmatickou membránou ruduchy a ta poslední je už skutečně fagozómem finální buňky, tj. předka Plasmodia. Někteří z vás si dali práci s nakreslením obrázku, tak na oplátku také jeden přidávám ☺.



za název 1 bod
za objasnění původu membrán 2 body
celkem 3 body

5. Od objevu původu této organely na ní směřuje pozornost vědců zabývajících se léčbou nemoci, o níž tato úloha je. Proč? V čem je z hlediska léčby člověka tak výhodné zaměřit se právě na tuto organelu a ne na jinou?

Apikoplast je pro život plasmodií důležitý, probíhají v něm některé zásadní metabolické procesy. Zároveň se jedná o organelu rostlinné povahy, která je našemu živočišnému organismu zcela cizí, a tak, pokud léčbu zacílíme právě na ní, bude to osudové pro plasmodia, ale na naše tělo to nejspíš nebude mít žádný efekt. Je tedy možné, že jednou budeme léčit malárii něčím podobným herbicidům.

celkem 1 bod

Úloha 4: Tajemní obyvatelé listnatého lesa

Autor: Albert Damaška

Počet bodů: 15

Barevné listí pokrylo povrch lesní půdy souvislou vrstvou a nad hlavou Bioslavovou byly už jen holé větve. Bioslav se dnes vydal do lesa s cílem nasbírat hodně, ale opravdu hodně organismů. Nalezl v lese brázdu, ve které se udržovala vlhkost, odhrabal čerstvě spadané listí a narazil na vrstvu zetlelého organického materiálu – humusu. Pomocí lopatky opatrně odebral vzorek lesní hrabanky a uložil ho do látkového sáčku. Nalezl i další zajímavá místa v lese, zopakoval stejný postup, místa vyfotografoval a zaznamenal podmínky mikrohabitatu do svého terénního zápisníku. Poté nasedl do svého vrtulníku a odletěl z lokality zpět do Gymnazijnova, aby vzorky analyzoval. Doma už měl připraveno zařízení pro probrání nasbíraných vzorků. Když měl vzorky probrány, umístil je pod binokulární lupu a pozoroval. Pojďme se k Bioslavovi přidat!

1. Zopakujte Bioslavův postup v terénu (vrtulník si samozřejmě můžete odpustit). Nalezněte vhodné vlhké lokality v listnatém či smíšeném (v horách též primárním jehličnatém) lese a odeberte vzorky hrabanky. Proveďte, máte-li možnost, též jeden odběr ve smrkové monokultuře. Celkem učíte alespoň dva odběry v lese listnatém a jeden v monokultuře. Vždy dokumentujte místo odběru alespoň slovním popisem mikrohabitatu. Při jeho vedení si počínejte odborně, uveďte druhové složení stromů, nezapomeňte též na přítomnost hub či mechu, kamenitost, orientaci svahu a osluněnost a základní charakter podloží (vápnité, silikátovité a pod.). Uveďte samozřejmě přesné lokální údaje (místo a datum sběru). Vždy používejte látkový či papírový sáček.

Jak napsat lokalitu.

Na lokální štítku k jakémukoli biologickému sběru by měly být uvedeny tyto údaje:

- co nejpřesnější lokalizace (stát, region, nejbližší obec, místní název lokality, souřadnice).
- datum sběru.
- jméno sběratele.
- v případě potřeby i popis biotopu, povětrnostních podmínek či metody sběru.

Další údaje, které po vás byly v úloze vyžadovány, uvádíme do terénního zápisníku a můžeme je uvést v případné publikaci nálezů, výše zmíněné údaje by však měly být přiloženy k nasbíranému materiálu.

Tento lokální štítek je například použit pro označení materiálu z **prosevu** (tedy sběru hmyzu z hrabanky prosetím hrabanky přes síto) v lese v Tunisku:

TUNISIA – Jendouba gov., 2,6 km N from Ain Sebaa, 36°58'35.6" N, 8°56'12.7" E, cork oak old forests, sifting in wet depressions and forest, 15. x. 2014, A. Damaška, D. Benda, M. Mikát and K. Minářová lgt.

2. Doma vytvořte podobné zařízení, jako Bioslav. Nazývá se Berlese-Tullgrenův přístroj – nastudujte si, jak takový přístroj vypadá, zkonstruuje ho a popište, jak funguje. Jak by se dal vzorek probírat na terénní stanici bez proudu? Zamyslete se nad dalšími metodami/zařízeními, které nám umožní extrahovat živočichy ze vzorku hrabanky.

Berlese – Tullgrenův přístroj.

Jedná se o jemné sítko, umístěné v nálevce, která je zavedena do nádoby s konzervační tekutinou na dně. Vzorek se umístí do sítko a začne se na něj svítit teplou žárovkou. Světlo, teplo a prosychání substrátu způsobují, že drobní živočichové ve vzorku prchají směrem dolů (od zdroje záření) a nakonec padají do konzervační tekutiny. Bez proudu, který by poháněl žárovku, lze použít např. xereklektor, který vyhání živočichy z půdy pouze tak, že se půda nechá prosychat. Efekt může být umocněn umístěním do místnosti s proudícím vzduchem – průvan edafon opravdu nesnáší a vyleze rychleji.

3. Až získáte z jednotlivých vzorků výsledky, pokuste se organismy alespoň rámcově určit. Nápomocna vám může být spousta literatury, například série Klíčů zviřeny ČSR, které se dají sehnat v městských, možná i ve školních knihovnách. Není třeba, abyste se pokoušeli rozlišovat jednotlivé druhy, určete však organismy alespoň do skupin (např. „hmyzenka“, „vidličnatka“ nebo „pancírník“) a pokuste se pohledem rozpoznat, kolik druhů se přibližně ve vzorku nachází.

4. Vybrané (časté, zajímavé) organismy zakreslete nebo vyfotografujte.

5. Do protokolu vyhodnoťte data pomocí grafů, ve kterých můžete například porovnat celkové počty druhů na jednotlivých lokalitách, jejich abundance a zastoupení různých skupin organismů. Můžete z dat říci, zda je z hlediska biodiversity lepší přirozený typ lesa, či smrková monokultura? Data z výzkumů pečlivě zaznamenejte, využijete je v další sérii, kde s nimi zkusíme pracovat podrobněji.

Bodování úlohy:

Při hodnocení jsem si všiml věcné správnosti (a správnosti určení) nasbíraných organismů, a také preciznosti a pečlivosti práce. Podrobný protokol, vypracovaný podle vzoru (protokol o vykrádání malgašských hrodek na webu Biozvěsta), měl šanci být ohodnocen i více body, než byl plný počet, pokud byly údaje pečlivě získané a věcně správně uvedené. Výrazně jsem také hodnotil vaše osobní hodnocení biodiversity jednotlivých lokalit a schopnost charakterizovat a popsat tyto lokality.

Úloha 5: Tropické šílenství II

Autor: Albert Damaška

Počet bodů: 14

Minule jsme si v naší seriálové úloze trochu přiblížili tropický ekosystém jako celek. Zamysleli jsme se nad hlavními faktory, které tropy ovlivňují, a přiblížili jsme si i některé konkrétní příklady zajímavých jevů, které s tropy souvisí. Dnes budeme v poznání tropů pokračovat krátkou exkurzí po dvou asi nejnámějších tropických biomech – tropickém deštném lese a savaně.

O tropickém deštném lese slyšel snad každý. Je to to hlavní, co si většina nezasvěcených představí, když se řekne „tropy“. Zelené peklo, zatuchlá, vlhká džungle plná nebezpečných šelem, krvežíznivých pijavic, malarických komárů a hladových lidožroutů – už chybí jen Tarzan, Sandokan nebo Indiana Jones, ideálně pak všichni dohromady. Realita tropického lesa je ale jiná.

Předně je třeba říci, že tropický deštný les se dost výrazně liší od našeho temperátního listnatého lesa. Na první pohled vás zde zaujme jev, na který vlastně z našich lesů nejsme vůbec zvyklí – nepoměrně vyšší diversita stromů. Podívejte se na nějaký pěkný prales u nás z výše položeného místa. Na první pohled rozlišíte v korunách dva, tři, možná čtyři základní tvary – les je tvořen z několika málo druhů stromů. Při pohledu na tropický les se vám z počtu tvarů na první pohled bude zdát, že hledíte na arboretum. **Druhů stromů, ze kterých je tropický deštný les složen, nejsou jednotky ani desítky, nýbrž obvykle stovky.** Výjimky samozřejmě existují všude, v tomto případě je třeba zmínit podivný typ pralesa kdesi

v Kongu, který je zcela přirozeně tvořen jen jedním druhem stromů. Je to však výjimka, a – buďme upřímní – také celkem zapeklitá ekologická záhada. Další jev, který souvisí se stromovým složením lesa, je jeho markantní **patrovitost**. Úzce s ní souvisí také rozložení hlavního množství živočichů a rostlin v tropickém lese. Úrodná, humosní složka půdy je v tropickém lese velmi tenká, řádově několik desítek centimetrů. Pod ní je neúrodná a nepropustná vrstva jílu či podobné půdy. ^{Otázka 1.} Přímo na povrchu půdy toho zde moc nenajdeme. Je tu velká tma, přes hustý stromový porost naprostá většina světla neprojde. Roste tu tedy jen několik málo rostlin, které zvládají růst v extrémním zastínění. Patří mezi ně třeba nenápadné kapradiny netíky a plavuně vranečky. Hned kolem nich se budete prodírat spoustou křovin. V nich ale ta obrovská diversity skryta rovněž není – i ony bojují s nedostatkem světla. Většina toho zajímavého se v deštném pralese děje **v korunách stromů**. V korunovém patře lesa je už světla dostatek, takže velká část organismů je koncentrována tam. Na stromy je vázána hromada fytofágního (býložravého) hmyzu, ten žere hmyz dravý, na něm si zase pochutnají obratlovci, diversity je zkrátka veliká. Stromy navíc plodí spoustu chutného ovoce, takže každá správná opice či papoušek si ve větvích dává do nosu. Aby toho nebylo málo, prohýbají se větve stromů pod tíhou bylin, které je obrůstají, tzv. **epifytů**. ^{Otázka 2.} Další velmi zajímavou strategií rostlin, jak se dostat ke světlu, je růst jako **liána**, tedy zakořenit někde dole ve tmě a věnovat spoustu energie na to, pokusit se podél nějakého kmene co nejrychleji proniknout nahoru za světlem. Co se týče složení dřevin, velmi zastoupeny jsou například **fikovníky**. ^{Otázka 3.} A dřeviny zde často náleží i ke skupinám, které známe od nás jen jako nenápadné byliny. U nás je svízel jen drobná rostlina, kdo by řekl, že čedř, do které patří, *Rubiaceae*, patří v tropech mezi ty nejzastoupenější. ^{Otázka 4.}

Aby toho nebylo málo, neomezují se mnohé stromy v tropickém lese na růst v přečpaném korunovém patře. Proč se mačkat v davu s ostatními, když nad nimi je mnoho prostoru. Některé stromy, ty opravdové pralesní velikány, dokáží korunové patro prorazit a svou korunu rozvíjejí až nad ním. Díky těmto tzv. **emergent trees** vzniká biotop pro řadu druhů živočichů, kteří se pohybují nad korunovým patrem. Příkladem může být třeba neotropická harpyje, dravý pták, který usedá na emergent trees, aby z nich plachtil nad tropickým lesem a lovil nebohé opice a podobné organismy. Nabízí se otázka, kde se tedy, pokud se všechno divadlo hraje v korunách, v tom tropickém pralese schovávají ty terestrické byliny, trávy a tak podobně. Tyhle rostliny jsou schovány právě tam dole, ve tmě, v té tenké vrstvě úrodné lesní půdy. Tam leží celé roky v nekončícím čekání na Godota. Na rozdíl od Beckettova dramatu se ale Godot tu a tam v pralese objeví. To když se jednou ozve ohlušující zapraskání, skřipání a zvuk lámajících se větví, které doprovází nějakého toho velkého emergenta na jeho poslední cestě – na cestě k zemi. Strhne s sebou obvykle i spoustu menších stromů ve svém okolí, takže se objeví veliká **pralesní světlina**, přirozený průsek. Zastíněnou lesní půdu náhle osvítil paprsky slunce. A semínka poznají, že přišel jejich čas. Pralesní světlina jsou místem neskutečné diversity organismů. Byliny se rychle snaží vyrůst a vysemenit, rozkvétají a lákají létavý hmyz, zatímco osluněné kmene stromů v okolí jsou horkými místy pro zástupy dřevních brouků. Mnoho organismů v tropickém deštném lese je na existenci pralesních světlín zcela závislých.

O tropickém lese bychom mohli popsat celé stohy textu, ale to není v možnostech našeho semináře. Podívejme se proto nyní na druhý ekosystém, který chceme v této úloze probrat – savanu. Savana může v mnohém působit jako pravý opak tropického deštného lesa. V tropickém deštném lese je hodně stromů a soupeří se o světlo, v savaně je stromů málo a řada organismů soupeří spíše o stín a o zákryt v ostrůvku hustší vegetace. V tropickém deštném lese byla většina diversity v korunách stromů, kdesi vysoko, v savaně se to zajímavě odehrává na zemi, a co více, hodně také pod ní. V tropickém lese všichni investují do velkých nadzemních struktur a naprostá většina snadno získatelných živin je nad zemí. V savaně dobrý oběd často musíte vyhrabat z hlíny.

Hovoříme-li o savaně, stálo by nejprve za to si biom savany vymezit, resp. hlavně odlišit ho od jiného, vzdáleně podobného biomu – stepi. Step je přeci také rozsáhlá plocha bezlesí, jen tu a tam nějaké křoví či stromek, stáda býložravců, úrodná půda a všude tráva – tak jakýpak rozdíl? Oba biomy se liší ve zdánlivých maličkostech, ty jsou ale v důsledku zcela zásadní. Předně je třeba říci, že step je biom temperátních oblastí a vyznačuje se proto zcela prostým faktem, že v zimě zde mrzne. A to opravdu hodně, na takové běžné ruské stepi se Mrazík v zimě velmi realizuje. I další abiotické faktory, třeba kontinentalita, jsou zodpovědné za to, že je kontinentální step stepí. I kdybychom odstranili velké herbivory, les na stepi nevyroste. ^{Otázka 5.} V savaně naproti tomu les, resp. jakási křovitá buš, **tropický suchý les**, vyroste mimořádně s chutí. Savana je udržována hlavně právě býložravci. Tropický deštný les by samozřejmě savanu nenahradil – savanovitost krajiny je velmi závislá i na abiotických faktorech, jako je například vlhkost. Odstraňte ale ze savany velké býložravce a její savanovitost utrpí. Nezanikne však docela, protože býložravci nejsou jediný jev, který má schopnost odstranit stromy a keře. Savany jsou výrazným způsobem udržovány ještě požáry.

Jak už jsme naznačili, v savaně jsou dva hlavní zdroje živin. Jednak jsou to struktury podzemní, především zásobní orgány rostlin, jako například velké **hlízy a cibule**. Druhým primárním zdrojem živin je pak sama vegetace, tedy zejména **tráva**. Žrát trávu ovšem není žádná legrace. ^{Otázka 6.} Proto je pro spoustu organismů výhodné, nechat žraní trávy na někom jiném a živit se tím někým jiným, který zvládl energii z trávy přetransformovat do něčeho snadněji stravitelného, například do **masa** nebo **trusu**. Pokud jste predátor (a jdete tedy po mase), nese to pro vás i dost podstatné nevýhody. Především se vás nikdy na těch velkých býložravcích neuživí mnoho. Žerete-li však trus, jste naopak ve výhodě. Každý velký býložravec takového trusu vygeneruje obrovské množství – a pro vás je to prostřený stůl. Bez větší nadsázky se tedy dá říci, že v savaně jsou v potravním řetězci býložravci jednou z neklíčovějších složek.

Podívejme se ještě na chvíli na tu vzácnější složku savanové vegetace – na stromy. Každý strom se musí v savaně potýkat s neustálým, neúprosným tlakem ze strany všudypřítomných herbivorů, a to ve všech fázích života. Když strom klíčí, musí se postarat o to, aby ho herbivoři nespásli. ^{Otázka 7.} Když už je větší a statnější, musí se zase postarat o to, aby ho celý nesežrali okusovači. Proto má mnoho stromů v savaně nejružnější trny, ostny a podobné struktury, které mají za úkol

býložravce odradit. Stačí se podívat na takovou africkou akácií. Ani trny ovšem savanový strom nezachrání, přizneme-li se k němu slon. To ho pak může zachránit maximálně tvrdé dřevo, dobrý kořenový systém a notná dávka štěstí.

1. Primární produkce deštného lesa je ve srovnání s tím temperátním nesrovnatelně větší. Přesto se v českém lese setkáme s mocnou vrstvou humusu, zatímco v tropickém deštném lese je vrstva velice tenká. Zamyslete se nad tím, proč by tomu tak mohlo být.

Metabolismus živin v deštném lese je diametrálně rychlejší, než v temperátním lese. Prakticky veškerá mrtvá hmota se ihned přemění zpět na hmotu živou, takže naprostá většina využitelného materiálu je zabudována v živé hmotě. Jedním z důvodů je možná skutečnost, že humus by se z jílů rychle odplavil vodou a rostliny by neměly vůbec z čeho růst. Humusová vrstva je tak pro jistotu tenká a vše se rychle zapracuje zpět do živé hmoty.

1 bod

2. Epifyt musí v tropickém deštném lese za světlo platit tvrdou daň. Musí se potýkat s neustálým nedostatkem jiného esenciálního faktoru a vzhledem k tomu, jak vypadá deštný les, se to může zdát celkem paradoxní. Kterého faktoru mají epifyty nedostatek? Jmenujte několik přízpůsobení, které jim umožňují se s tímto nedostatkem vyrovnat.

Epifyt má nedostatek vody – ta totiž z větví okamžitě steče. Proto musí mít vyvinuté struktury, které mu pomohou vodu zadržet. Příkladem jsou fytotelmata bromélií (zadržují vodu v růžicích), případně nejrůznější pletiva a buňky, které zachytávají vzdušnou vlhkost. Mnozí epifyti jsou také sukulentní (mají velmi dužnaté listy, které zadržují vodu).

2 body

3. Úspěch fikovníků se mimo jiné přisuzuje i jejich velmi specifické opylovací strategii. Kdo a jak fikovníky opyluje?

Fikovníky opylují vosičky z čeledi Agaonidae, fikovnice. Samička vosičky se vylíhne v sykoniu, kde se spáří s bezkřídlym samečkem, který se zde vylíhne také. Pak sameček vykouše otvor ven ze sykonia, kterým samička (obalena pylem z květů uvnitř) vylétá a letí k jinému fiku. Zde se prokouše dovnitř, naklade vajíčka do specifických sterilních květů a roznese pyl na pestíky fertálních květů. Po dokončení vývoje larev opět dochází ke kopulaci a k odletu oplozených samiček, zatímco sameček tam zůstává a sykonium dozrává a vznikají semena.

1 bod

4. S jednou dřevinou z čeledi Rubiaceae se setkávají mnozí z nás každé ráno či u příležitosti sejit se se známými. Která to je?

Kávovník (*Coffea* sp.).

1 bod

5. Asi si teď říkáte, proč si tedy všichni ti ochranáři stěžují na to, že stepi u nás bez pastvy zarůstají a zanikají. Stepí v našem prostředí skutečně jsou na herbivorech závislé. Kde se u nás takové stepi vzaly a proč jsou to vlastně stepi, přestože popsané definici stepi nevyhovují?

Stepi byly na našem území kdysi rozšířeny zcela přirozeně a klima bylo plně stepní. Bylo tomu tak v období glaciálu (v době ledové). Dnes ale máme interglaciál (dobu meziledovou), stepi se tedy udržují pouze reliktně na příhodných výslunných stráních, kde musí být neustále udržovány pastvou, protože klimatické podmínky, které by je mohly udržovat, na našem území již nepanují. Jedná se tedy skutečně o relikty kontinentální stepi, ale dnes je musí udržovat jiné faktory, než v minulosti. Sekundárně může stepní stanoviště vytvářet i rozšiřovat též člověk.

2 body

6. To, že není savana a step totéž, vyplývá i z ročního průběhu klimatu: Uveďte příklady ročních úhrnů srážek pro step, savanu a oblasti deštného lesa a jejich rozložení v rámci roku.

Porovnáme-li klimadiagramy stepí a savan (např. na stránce <http://www.klimadiagramme.de>) vidíme, že stepi (východoevropská step či savana) mívají 300–800 mm srážek za rok a zpravidla vykazují letní maximum, nicméně rozdíl mezi létem a zimou není dramatický. S přihlédnutím k nízké teplotě bychom naopak zimu vnímali jako poměrně vlhkou a léto jako suché neboť v typické stepi je v létě dosti teplo (průměrná teplota až 25 °C). V zimě bývají teploty pod bodem mrazu a rozdíl teplot mezi létem a zimou je výrazný. Naopak v savaně není nikdy mraz a průměrná teplota bývá celoročně konstantně vysoká (25 °C). Srážky jsou výrazně vyšší než na stepi (1000–1500 mm za rok) a je zde výrazné období sucha v zimě. Období dešťů je ostře ohraničeno s maximem většinou v srpnu. V některých oblastech je období dešťů krátké (červen–září, např. v Indii), jindy je krátké naopak období sucha (v západní Africe pouze leden–březen). Nicméně nalezneme mnoho oblastí, kde není klima zdaleka takto typické. Pampa v Jižní Americe má částečně charakter savany (poměrně teplo po celý rok a mnohem více srážek). Srážkové úhmy je také třeba brát relativně k zeměpisné šířce a teplotě, to je vidět na příkladu prairie, kdy na jihu je mnohem více srážek než na severu, ale díky větší teplotě se může jevit jih jako sušší. Klimatické poměry v tropickém lese se pak mohou překrývat s poměry na savaně, nicméně období sucha by mělo být krátké a méně výrazné (leden–únor) a srážky obecně vyšší než na savaně.

2 body

7. Tráva se tráví špatně. Jmenujte dvě rozdílné strategie, jak se býložravci v savaně s tímto problémem vypořádají.

Jmenovat lze například výrazně strukturovaná a vícedílný žaludek přežvýkavců a zároveň jejich strategie potravu po čase vyvrhnout a přežvýkat znovu. Důležitá je též přítomnost symbiontů, kteří pomáhají s trávením – často jsou jimi nejrůznější protistní organismy (Amoebozoa, Excavata) nebo bakterie. Tyto organismy dokáží celulosu trávit.

2 body

8. Způsob, jak se stromy mohou bránit spásáčům, vysvětluje zajímavým způsobem tzv. Verova hypotéza. Stručně

popište, o co se jedná, a zamyslete se nad tím, do jaké míry může být tato teorie, vytvořená pro vysvětlení fungování střeoevropské krajiny, aplikovatelná pro savanu.

Verova hypotéza je teorií o dynamice střeoevropské krajiny, kterou formuloval nizozemský vědec Frans Vera. Spočívá v představě, že přirozená krajina je mozaikou lesů a bezlesí, udržovanou velkými býložravci („grazers“ – zubr, kůň, pratur...). Býložravci udržují bezlesí a sežerou tak i semenáčky stromů. K tomu, aby stromy vyrostly, musí být jejich semena zanesena křovinnými ptáky do trnitých keřků, kde ptáci hnízdí. Zde strom vyklíčí, nerušen spásači, časem udusí trnité křoví a vyroste. Kolem pak mohou vyrůst stínomilné dřeviny a vznikne plocha lesa. Ten časem zestárne a spadne, na místa, kde stromy spadly, se znovu šíří býložravci udržované bezlesí.

V savaně je třeba uvažovat daleko více jevů než ve střední Evropě. Velmi důležitým faktorem je zde oheň, který pomáhá udržovat bezlesí. Rovněž se zde vyskytují velká zvířata typu slonů, která dovedou vyvracet stromy. Proto je pravděpodobně krajina savany o něco komplexnější systém, kde je udržováno výrazně více bezlesí na úkor stromů.

3 body

