

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 2

Série 2

Milí přátelé,

Moc nás těší váš zájem o řešení Biozvěstu, do letošního ročníku se vás již přihlásilo téměř šedesát a velice doufáme, že vás co možná nejvíce zaujmeme novými úlohami. Opět jsme se v úlohách inspirovali naším vzorným řešitelem Bioslavem, tentokrát se stane zločincem, ale i hrdinou, který zachrání svého přítele. Vy sami se budete moci vydat na lov a v našem seriálu se podrobně podíváme na savanu a tropický deštný les.

Šíření moudrosti našich Biozvěstů podpořila mediálně Přírodovědecká fakulta UK v rámci projektu Přírodovědci.cz.



Jak řešit

Veškeré pokyny k řešení semináře získáte na internetové stránce Biozvěstu

www.studiumbiologie.cz/biozvest

(nebo zadejte „Biozvěst“ do Google). Na stránce také naleznete přihlášku, kterou vyplňte. Úlohy Vám budeme zasílat automaticky na e-mail uvedený v přihlášce. Pokud budete chtít ukončit odběr noviněk o Biozvěstu, napište nám e-mail.

Dále se můžete k nám připojit prostřednictvím Facebooku, skupina „Biozvěst“, kde se mohou probírat aktuality a můžete zde diskutovat dle libosti.

<https://www.facebook.com/groups/175384482597684/>

Vaše řešení úloh nám posílejte na adresu:

biozvest@gmail.com

Nejpraktičtější formou řešení bude prostý text v e-mailu, ale přijímáme veškeré formáty příloh. Každou úlohu pište do samostatného e-mailu a v předmětu uveďte

Ročník-Série-Úloha-Jméno_Příjmení,

např. **2-3-4-Bioslav_Biomilný** v případě čtvrté úlohy třetí série druhého ročníku.

Uzávěrka 2. série: pondělí 5.1.2015 o půlnoci.

V případě opožděného odevzdání úloh se strhává za každý celý den jeden bod s výjimkou zvláště závažných a omluvných situací. V případě, že byste se ocitli bez internetu, můžete využít i klasickou poštu:

Stanislav Vosolsobě

Katedra experimentální biologie rostlin

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Viničná 5

128 44 Praha 2

Vyhodnocení Vašich řešení dostanete e-mailem.

Nelekejte se, když Vám přijdou úlohy na první pohled příliš těžké, ponořte se do informačních zdrojů a uvidíte, že na vše lze někde nalézt odpověď. Dobré tipy k řešení naleznete také na stránce Biozvěstu v sekci „Návody“. Není nutné abyste kompletně vyřešili všechny úlohy a asi se to

ani nikomu nepodaří, stačí odeslat libovolně velký fragment. Oceníme, pokud přiložíte jakékoli připomínky (např. úloha byla příliš lehká/těžká, nesrozumitelná, nudná), úlohy se pokusíme tvořit k Vaší maximální spokojenosti.

Veškeré dotazy či připomínky směřujte na adresy biozvest@gmail.com či vosolsob@natur.cuni.cz

Mnoho zdaru při řešení Vám za kolektiv autorů přeje

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?
2. Jak se vyvíjí exprese vneseného genu touto metodou, pokud se buňka rozdělí?
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 „ochočit“.
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?
5. Porovnejte tento typ transformace s první metodou a opět uveďte, jak se vyvíjí exprese vnesených genů po mitose buněk.
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?
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.
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?

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).

Úloha 2: Ostrovní biogeografie

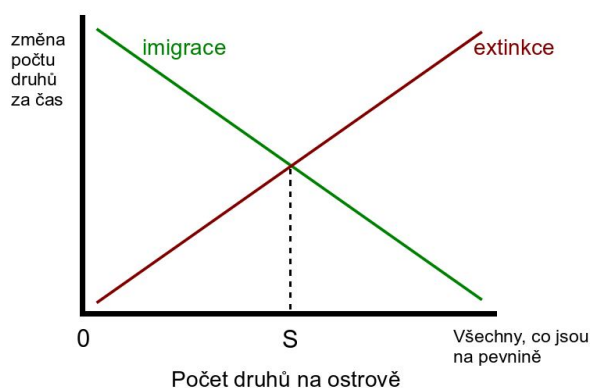
Autor: Jirka Hadrava

Počet bodů: 12

Na konci šedesátých let minulého století se mezi biology stala populární Teorie ostrovní biogeografie (The Theory of Island Biogeography). Teorie ostrovní biogeografie je jedním z prvních úspěšných pokusů o matematické modelování nějakého biologického procesu pouze na základě několika jednoduchých úvah. Autoři si zadali za cíl poodhalit pravidla v tom, kolik druhů může společně žít na jednom ostrově.

1. Kdo s touto teorií přišel a čím jiným se její autoři proslavili?

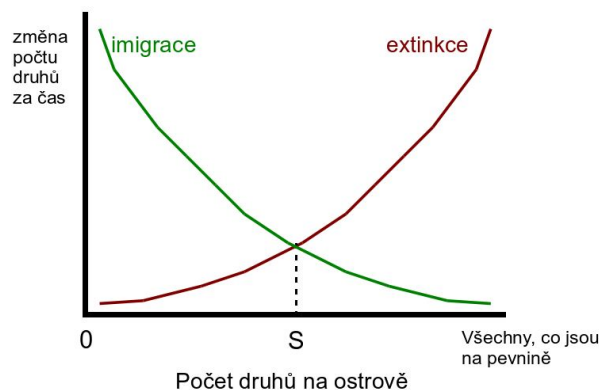
Ostrovní společenstvo podle teorie ostrovní biogeografie ovlivňují dva základní procesy: prvním je imigrace nových druhů z pevniny na ostrov, druhým je vymírání (extinkce) druhů na ostrově. Počet druhů na ostrově se v našem modelu bude pohybovat v rozmezí od nuly do takového počtu druhů, kolik jich žije 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 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 ne-

mají 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.

2. Pokud bychom tímto modelem chtěli srovnat dva různé 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?
3. Jak byste parametry modelu upravili, pokud byste chtěli srovnat dva stejně velké ostrovy, z nichž jeden leží blízko pevniny a druhý leží daleko od pevniny?
4. Graf závislosti imigrace a extinkce na počtu druhů na ostrově se často nekreslí s přímkami tak, jak je znázorněn 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 přímkou?



5. Jak se změní výsledek, pokud rozšíříme model předpokladem nelinearity těchto vztahů?
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?
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.
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.

Úloha 3: R50.9 Febrilní stav N.S.

Autor: Kristýna Minářová, Magdalena Gajdošová

Počet bodů: 12

Bioslav se spolu se svým kamarádem Damiánem Bíbou vydal na lov řasníků do Číny k Mekongu. Po čtrnácti dnech systematického obracení kamenů a svícení UV lampou začal Damián propadat depresi. Zpočátku se Bioslav do-

mníval, 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 skléra a kůže (žloutenku). Petchie 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 ($150\text{--}350 \times 10^3/l$, trombocytopenie – snížení krevních destiček)
leukocyty (bílé krvinky): $15 \times 10^9/l$ ($4\text{--}10 \times 10^9/l$)

diferenciální rozpočet:

neutrofily: 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 $\mu\text{mol}/l$, hyperbilirubinémie – 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

zmražené 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?
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?
3. Jakým mechanismem došlo ke vzniku anemie? Jaké příznaky a laboratorní hodnoty dokládají, že se jedná o anemii?
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 krok za krokem popsat, 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?
5. Od objevu původu této organely na ni 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?

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 mikrohabitu 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. Pojdme se k Bioslavovi přidat!

1. Zopakujte Bioslavův postup v terénu (vrtulník si samozřejmě můžete odpustit). Naleznete 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 mikrohabitu. 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.



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.
3. Až získáte z jednotlivých vzorků výsledky, pokuste se organismy alespoň rámcově určit. Nápomocna vám může být spousta literatury, například série Klíčů zvířeny ČR, 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 „pancířník“) a pokuste se pohledem rozpoznat, ko-

lik 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.

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 nejznámějších tropických biomech – tropickém deštném lese a savaně.

Tropický deštný les

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.} Přímě 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 diversita skryta rovněž není – i ony bojují s nedostatkem světla. Většina toho zajímavého se v deštném pralesu 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 je žrán hmyzem dravým, na kterém 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 snaze o co nejrychlejší proniknutí nahoru za světlem podél nějakého kmene. 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 drobnou rostlinou, kdo by řekl, že čeledí, do které patří, *Rubiaceae*, patří v tropech mezi ty nejdominantnější. ^{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, skřípání 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 velká **pralesní světlina**, přirozený průsek. Zastíněnou lesní půdu náhle osvítl 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 kmeny stromů v okolí jsou horkými místy pro zástupy dřevních brouků. Mnoho organismů v tropickém deštném lese je na existenci pralesních světlín zcela závislých.

Savana

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 zajímavé 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 biotem temperátních oblastí a vyznačuje se proto zcela prostým faktem: v zimě zde mrzne. A to opravdu hodně, na takové běžné ruské stepi se Mrazík v zimě velmi realizuje. Také další abiotické faktory, třeba kontinentalita, jsou zodpovědné za to, že je kontinentální step stepí. I kdybychom odstranili velké herbivory, les na stepi nevyroste. ^{Otázka 5.6.} V savaně naproti tomu les, resp. jakási křovitá buš, **tropický suchý les**, vyroste mimořádně s chutí. Savana je udržována především 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 jediným jevem, který má schopnost odstranit stromy a keře. Savany jsou výrazným způsobem udržovány ještě požáry.

Jak už jsme naznačili, v savaně najdeme dva hlavní zdroje živin. Jednak mezi ně patří 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 7.} Proto je pro spoustu organismů výhodné nechat žraní trávy na někom jiném a živit se tím někým jiným, který zvládl energii z trávy přetřansformovat 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 neuzítví 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 8.} Když už je větší a statnější, musí se zase postarat o to, aby ho celý nesežrali okusovači. Proto má mnoho stromů v savaně nejrůznější trny, ostny a podobné struktury, které mají za úkol býložravce odradit. Stačí se podívat na takovou africkou akáci. Ani trny ovšem savanový strom nezachrání, přizpůsobí-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 tato vrstva velice tenká. Zamyslete se nad tím, proč by tomu tak mohlo být.
2. Epifyt musí v tropickém deštném lese za světlo platit tvrdou daň. Potýká se 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 pří-
způsobení, které jim umožňují se s tímto nedostatkem
vyrovnat.

3. Úspěch fíkovníků se mimo jiné přisuzuje i jejich velmi specifické opyl ovací strategii. Kdo a jak fíkovníky opyluje?
4. S jednou dřevinou z čeledi *Rubiaceae* se setkávají mnozí z nás každé ráno či u příležitostí sejítí se se známými. Která to je?
5. Asi si teď říkáte, proč si tedy všichni ti ochránáři stěžují na to, že stepi u nás bez pastvy zarůstají a zanikají. Stepí v našem prostředí však skutečně jsou na herbivorech závislé. Kde se u nás takové stepi vzaly a proč jsou to vlastně stepi, přestože popsané definici stepi nevyhovují?
6. To, že není savana a step totéž, vyplývá i k ročního průběhu klimatu: Uveďte příklady ročních úhrnů srážek pro step, savanu a oblasti deštného lesa a jejich rozložení v rámci roku.
7. Tráva se tráví špatně. Jmenujte dvě rozdílné strategie, jak se býložravci v savaně s tímto problémem vypořádávají.
8. Způsob, jakým 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 středoevropské krajiny, aplikovatelná na savanu.

