

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 9

Série 1 – řešení

Milé řešitelky, milí řešitelé,

doufáme, že Vás řešení úloh 1. série 9. ročníku Biozvěsta bavilo a přišlo Vám zajímavé a poučné. Jak moc jste se shodli s autory úloh si můžete ověřit na následujících stránkách.

Přejeme příjemné čtení!
autoři Biozvěsta

Úloha 1: Plané neštovice

Autor: Kristýna Minářová

Počet bodů: 10

Na infekční ambulanci přichází 44letá pacientka. Před pěti dny ji začaly bolet klouby a dostala horečku přes 38°C. Následující den se jí objevila vyrážka na hrudníku, poté na obličeji, horních končetinách, dnes i na stehnech. Horečku měla 3 dny, nyní už má pouze zvýšenou teplotu. Nicméně již 3 dny se jí hůře dýchá, má produktivní kašel, bolí ji v krku- má pocit cizího tělesa v krku, obtížně polyká. Pacientka udává, že její syn měl před 2 týdny plané neštovice, nicméně ona je prodělala v šesti letech. Pacientka je kuřačka, kouří asi 15 cigaret denně. Při vyšetření zjištěna zasychající vyrážka na obličeji, makulopapulosní vyrážka na hrudníku, makulovesikulosní vyrážka na stehnech, lehce zvětšené lymfatické uzliny na krku, zarudlé hrdlo s drobnými papulkami, krční mandle nezvětšeny, dýchání vpravo oslabené při bazi, ojediněle s chrůpky. Na provedeném rentgenu hrudníku je popsána zhrubělá bronchovaskulární kresba a v pravém plicním křídle jsou naznačeny drobné cárovité stíny, což by mohlo odpovídat počínajícím zánětlivým změnám.

1. Pacientka má pravděpodobně plané neštovice, jakým odborným termínem se označují?

Varicella

celkem 1 bod

2. Pacientka plané neštovice již nicméně prodělala. Uveďte důvody, proč by mohla onemocnět znovu.

V případě planých neštovic při infekci dochází k trvalému začlenění virové DNA do buněk hostitele, proto by k reinfekci, tedy další infekci, dojít nemělo. Nicméně pokud je původní onemocnění příliš mírné, může dojít k eliminaci virové DNA a tudíž potenciální reinfekci. Podotýkám, že se jedná o virové onemocnění a tudíž hladina protilátek není pro rozvoj onemocnění směrodatná a tato odpověď nebude uznávána. Další příčinou bývá získaná imunosuprese, tedy porucha imunity, při které obvykle dojde k reaktivaci DNA a znovuoobjevení výsevu. Tomuto onemocnění se říká pásový opar. Nicméně pokud dojde k imunosupresi a následné reinfekci, může dojít k rozvoji klinického obrazu planých neštovic.

Dále nelze opominout ani skutečnost, že velmi často bývá údaj o prodělání planých neštovic zavádějící, protože se obvykle jedná o informace z raného dětství, které si pacient sám nepamatuje. Dalším problémem je, že neštovice bývají velmi často zaměněny s jinými infekčními onemocněními provázených vyrážkou. Tento důvod bývá nejčastější příčinou, proč přicházejí pacienti s jakoby druhou atakou planých neštovic.

celkem 3 body

za jednotlivé důvody 1 bod

3. Plané neštovice v dospělosti mohou mít poměrně závažné komplikace, tak jako tomu je u naší pacientky. O jakou komplikaci se jedná?

Primární varicelová pneumonie, nebo-li zápal plic vyvolaný virem planých neštovic.

celkem 1 bod

4. Naopak u dětí je průběh obvykle mírný, ale i v dětství se občas vyskytne jedna komplikace, která se rozvíjí až po odeznění akutního onemocnění.

Sekundární varicelová cerebelitida, nebo-li zánět mozečku rozvinutý po prodělaných planých neštovicích.

celkem 1 bod

5. Zatímco v dospělosti mohou být komplikace velmi vážný průběh, v dětství, i přes dramaticky vypadající průběh, komplikace samy odezní. Vysvětlete, jaký je rozdíl mezi vznikem komplikací v dětství a v dospělosti.

Zatímco varicelová pneumonie (zápal plic) je vyvolán přímo virem neštovic, kdy dochází k destrukci tkáně přímo působením viru, tak varicelová cerebelitida (zánět mozečku) je vyvolán sekundárně v důsledku vychytávání protilátek v mozečku. Zatímco zápal plic musí být léčen virostatiky, zánět mozečku se obvykle sám upraví po vymizení protilátek. Zatímco zápal plic vzniká v průběhu onemocnění, zánět mozečku vzniká zhruba 14 dní po odeznění akutního onemocnění.

celkem 2 body

6. Změny na rentgenu a poslechový nález by mohl být vyvolán rovněž tzv. bakteriální superinfekcí. Vysvětlete, co tento termín znamená a jak byste ho odlišili od tzv. primárního virového zánětu.

Po poškození plic primárním inzultem, tedy vlastní virovou infekcí, dojde k tomu, že postižená tkáň je citlivá na další infekci bakteriemi. K tomuto osídlení nedochází jen u virových zápalů plic, ale třeba i po chemickém nebo fyzikálním poškození. Poté, co dojde k osídlení poškozené tkáně bakteriemi, dojde následně k invazi do tkání a následně k rozvoji bakteriálního zápalu plic. K usnadnění infekce dochází především v důsledku narušení řasinkového epitelu a samočisticí funkce plic. To, že se jedná o bakteriální superinfekci, lze poznat především podle toho, že kašel je produktivní, nikoliv suchý a výrazně zvýšených zánětlivých parametrů- prokalcitoninu, CRP a nárůstu počtu bílých krvinek.

celkem 2 body

Úloha 2: Krásy určení pohlaví aneb cesta za pohlavními chromozomy obratlovců

Autor: Tomáš Charvát

Počet bodů: 14

Pohlaví. Slovo nejen v dnešní době poměrně často zmiňované, a to v mnoha různých kontextech. Ač poměrně intuitivní, je koncept pohlaví, jeho evoluce a systémy udržování v biologii dosti oblíbeným, a ne úplně triviálním tématem. Pohlaví jako takové rozlišujeme zpravidla u organismů pohlavně se množících nebo případně sekundárně asexuálních. Obecně uznávaná teorie vzniku a příčiny odlišných pohlaví vychází z evoluce anizogamie, tedy stavu, kdy jedinci stejného druhu tvoří od sebe velikostně rozdílné gamety. Za samce jsou pak z definice pokládáni ti jedinci, kteří tvoří menší typ gamet (spermie), za samice ty s naopak většími gametami (vajíčka) a za hermafrodity jsou pokládáni jedinci tvořící oba typy gamet.

1. Z jakého stavu se anizogamie pravděpodobně vyvinula a jaké výhody s sebou přináší?

Anizogamie se vyvinula z izogamie, tedy stavu, kdy jedinci stejného druhu neprodukují velikostně rozlišitelné gamety. Přesto gamety nesplyvají náhodně, ale uplatňují se takzvané „mating types“, většinou označované jako + a -, nelze zde hovořit o pohlavích. Anizogamie oproti izogamii umožňuje větší specializaci a rozdělení úloh jednotlivých gamet. Větší mohou pojmout více živin a menší se efektivněji pohybují.

Za izogamii 0,5 bodu.

Za výhody 0,5 bodu.

Celkem max. 1 bod.

2. Pokuste se vyjmenovat a vysvětlit výhody i nevýhody gonochorismu a hermafroditismu (simultánního i sekvenčního).

Podobně jako tomu bylo v případě anizogamie, gonochorismus umožňuje organismům se více specializovat na úlohy daného pohlaví a být v nich ve výsledku úspěšnější. Řeší také konflikt sexuální antagonismu znaků – něco, co je výhodné pro jedno pohlaví, nemusí být výhodné pro druhé. Na druhou stranu stráví gonochoristi více času hledáním partnera, protože nestačí najít jen tak kohokoliv vlastního druhu, jako tomu je v případě simultánních hermafroditů, a také platí dvojnásobnou cenu samců – potomstvo produkují jen samice. Sekvenční hermafroditismus do určité míry elegantně shrnuje výhody jak gonochorismu, tak simultánního hermafroditismu, ovšem je spojen s určitými fyziologickými náklady na přestavbu z jednoho pohlaví na druhé a změna je nevratná.

Za vysvětlení max. 1 bod.

3. Jaký typ anizogamie se vyskytuje u všech obratlovců a například i vyšších rostlin?

Oogamie.

Za oogamii 0,5 bodu.

4. Který druh žaby inspiroval Michaela Crichtona k vytvoření pohlaví-měnicích dinosaurů?

Hyperolius viridiflavus

Za určení druhu 1 bod.

5. Samci jedné početné čeledi žab jsou dokonce technicky (z definice), avšak ne funkčně, skutečně hermafroditi, a to díky speciálnímu orgánu obsahujícímu oocyty. O kterou čeleď a jaký orgán se jedná?

Ropuchovití (Bufonidae), Bidderův orgán

Za čeleď 0,5 bodu.

Za Bidderův orgán 0,5 bodu.

Celkem max. 1 bod.

- 6. Popište stručně, avšak výstižně, mechanismus environmentálního určení pohlaví plazů. Jaký faktor prostředí zde hraje především roli?**
U plazů s ESD hraje hlavní roli při určení pohlaví inkubační teplota (teplotní určení pohlaví) v senzitivní periodě prenatálního vývoje embrya. V závislosti na ní se do té doby bipotenciální gonáda začne vyvíjet buďto ve varle nebo vaječník.
*Za teplotu 0,5 bodu.
Za senzitivní periodu 0,5 bodu.
Celkem max. 1 bod.*
- 7. Jmenujte alespoň jednu skupinu plazů (libovolné taxonomické úrovně), která spoléhá striktně na ESD.**
Hatérie, krokodýli a určité vybrané skupiny (avšak ne všichni!) z řad želv nebo gekonů – záleží na konkrétním příkladu.
Za skupinu 0,5 bodu.
- 8. Pokuste se vyjmenovat a oddiskutovat co jak nejvíce možných rozdílů (např. funkčních, morfologických, evolučních apod.) mezi pohlavními chromozomy a autozomy.**
Pohlavní chromozomy tedy především nesou pohlaví-determinující lokus. Mimo to jsou ale speciální částí genomu z mnoha důvodů, přičemž vyjmenovat je všechny by byl úkol spíše pro menší seminární práci. Většina z nich vychází z rozdílného evolučního času, který jednotlivé chromozomy stráví v jedincích daného pohlaví. Zatímco autozomy tráví polovinu svého evolučního času v samcích a druhou v samicích, pohlavní chromozomy to tak jednoduché nemají. Například Y chromozom je výhradně samčí záležitost (analogicky W samičí), X chromozom stráví 2/3 svého evolučního času v samicích (Z v samcích). Pohlavní chromozomy tedy představují útočiště pro pohlavně-antagonistické alely a dá se očekávat, že na pohlavní chromozomy budou vytvářeny rozdílné evoluční tlaky podle toho, v jakém pohlaví se častěji vyskytují. Často v jejich evoluci dojde k úplnému nebo částečnému zastavení rekombinace mezi jednotlivými chromozomy, což vede k postupné diferenciaci. Zatímco pár autozomů zpravidla sdílí jak morfologii, tak i genový obsah, u pohlavních chromozomů tomu tak být nemusí. V extrémnějších případech jsou X a W významně degenerovány, obsahují převážně heterochromatin, repetice, a nebo mohou chybět úplně. Takové pohlavní chromozomy jsou pak označovány jako heteromorfní. Recesivní alely jsou v systémech s heteromorfními pohlavními chromozomy v heterogametickém pohlaví na X nebo Z chromozomu v hemizygotním stavu a mohou se tedy projevit přímo – není nutné, aby byla alela na obou chromozomech jako v případě autozomů. Nejen díky tomu pozorujeme efekt rychlejší evoluce sekvencí na Z a X chromozomu oproti autozomům.
Celkem max. 3 body.
- 9. Které geny určují pohlaví u ptáků a savců, na kterém chromozomu se vyskytují a na jakém principu fungují (prezence/genové dávky)?**
U savců určuje pohlaví gen SRY na chromozomu Y. Pokud je SRY přítomen, jedinec se vyvine jako samec, lhotejno kolik X chromozomů má. Naproti tomu u ptáků určuje pohlaví gen DMRT1 na Z chromozomu, a protože Z chromozom není plně vázaný na pohlaví (jako Y u savců), DMRT1 funguje na principu genové dávky. Pro spuštění vývoje varlete jsou potřeba alespoň dvě kopie tohoto genu (ZZ) a pakliže nejsou přítomny (ZW), vyvine se vaječník.
*Za určení obou genů 0,5 bodu.
Za vysvětlení principu 0,5 bodu.
Celkem max. 1 bod.*
- 10. Jmenujte další libovolný obratlovčí gen určující pohlaví a skupinu (druh) u které se vyskytuje.**
Mnoho možných příkladů (dmW u *Xenopus laevis*, sdY u *Oncorhynchus mykiss* nebo gsdFY u *Oryzias luzonensis* a další), bude zahrnuta každá správná odpověď.
Za gen a skupinu 1 bod.
- 11. Jak se nazývá fenomén, díky němuž výsledné fenotypické pohlaví neodpovídá genotypickému a co ho může navodit?**
Jde o obrácení pohlaví (sex reversal) a může být navozeno například extrémními teplotami během inkubace nebo chemicky.
*Za pojmenování fenoménu 0,5 bodu.
Za uvedení, co ho může navodit 0,5 bodu.
Celkem max. 1 bod.*
- 12. Populace kterého druhu australského plaza, mimo jiné oblíbeného mazlíčka, zvládá přechod od GSD zpět k ESD za pouhou jednu generaci?**
Agama vousatá (*Pogona vitticeps*)
Za určení druhu 1 bod.
- 13. Jaké molekulární mechanismy mohou vést k nahrazení původního páru pohlavních chromozomů jiným párem?**

Vznik nového genu určující pohlaví na jiném páru chromozomů, translokace nebo duplikace stávajícího genu určující pohlaví na jiný pár chromozomů.

Za alespoň jeden mechanismus 1 bod.

Úloha 3: Buňky, aneb cesty tam a zase zpátky

Autor: Kateřina Čermáková

Počet bodů: 20

Mnoho jednobuněčných organismů je schopno aktivní formy pohybu. Pro jednobuněčný organismus může být schopnost migrace z místa na místo rozdílem mezi blahobytem a hladověním, přežitím a sežráním, nebo cestou k nalezení partnera pro pohlavní rozmnožování. Zdálo by se, že v kontextu makroskopického mnohobuněčného organismu jsou migrace několik desítek mikrometrů velkých buněk snad i zanedbatelné a buňky, vyjma krevních elementů, pevně sedí na svém místě vázány v tkáních neměnného mnohobuněčného těla, nejvýše se občas rozdělí. Nenechme se zmást. Pro správné fungování i našich mnohobuněčných těl je neustálá migrace některých buněk velice důležitá. Roli hraje ve správném fungování imunitního systému, kdy jsou například imunitní buňky chemotakticky (za gradientem nějaké chemické látky) lákány do místa zánětu. Dále se migrace uplatňují v hojení zranění, kdy je rána zacelena pomocí buněk, které do ní cíleně domigrovaly. Migrace je v hledáčku mnoha badatelů také proto, že se může účastnit i patologických procesů, jako je metastazování nádorů. Samostatnou kapitolou jsou migrace buněk během raných fází ontogeneze. Během embryonálního vývoje tkáně prochází masivní přestavbou a děje jako vznik zárodečných listů, morfogeneze (vznik tvarů) nebo organogeneze (vznik orgánů) bývají spojené s migrací nejen jednotlivých buněk, ale rovnou celých masivních buněčných populací. Dějů během rané ontogeneze, pro něž je klíčová buněčná migrace, je nespočet. Cílem této úlohy bude demonstrovat ohromnou diverzitu mechanismů, jakými se buňky, ať již ve volném prostředí nebo uvnitř mnohobuněčného organismu, mohou vlastním přičiněním dostávat z bodu A do bodu B.

1. Ačkoliv strukturu, kterou nazýváme bičíkem, nalezneme u buněk eukaryotických i bakteriálních, jedná se o velice rozdílné struktury.

a. Popiš stručně strukturu eukaryotického i prokaryotického bičíku. Z jakých hlavních komponent se skládají?

Eukaryotický bičík je vlastně tenoučký výběžek cytoplasmy obalený cytoplazmatickou membránou a vevnitř je speciálně uspořádaný mikrotubulární cytoskelet. Bakteriální bičík není obalen membránou. Má podobu dutého vlákna, které vzniká vně buňky polymerací globulárního proteinu flagellinu. Je ukotven v membráně, kde se také nachází motor, který bičíkem otáčí.

celkem 2 body

b. Jakým způsobem je pohyb obou typů bičíků poháněn?

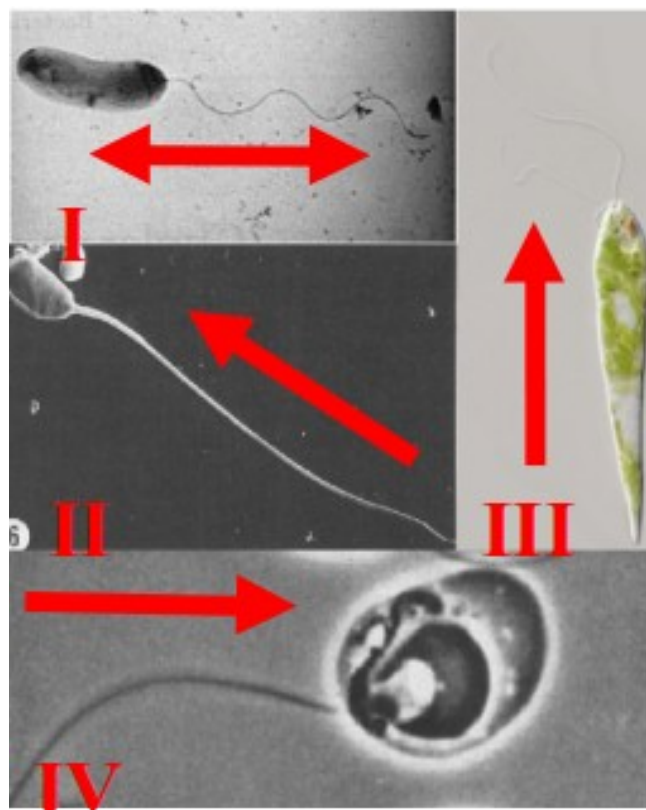
Eukaryotický bičík je poháněn molekulárním motorem dyneinem, který hydrolyzuje ATP, posouvá vůči sobě mikrotubuly v bičíku a tím bičík ohýbá. Bakteriální bičík je poháněn gradientem protonů, kdy procházející protony přímo roztáčí motor bičíku a tím i zbytek bičíku.

celkem 2 body

c. Na obrázcích (obr. 1) níže vidíš čtyři bičíkaté organismy/bičíkatá stádia organismů. I – *Vibrium cholerae*, II – spermie králíka; III – krásnoočko (*Eutreptia* sp.); IV – zoospora parazitické houby *Blastocladiella emersonii*. Na základě umístění bičíku/ů urči u každé z buněk přibližný směr, jakým se bude/může v nejbližší době pohybovat (samozřejmě nepočítej s otočením buňky ;)). Směr nejlépe zaznač šipkou do obrázku.

Skupina Opisthokonta (kam patří houby a živočichové; II a IV) mají bičík, který tlačí buňku vpřed. Naopak ostatní eukaryota (III) se pohybují "bičíkem napřed" - tedy nechají se bičíkem táhnout. Bakteriální buňka (I) dokáže měnit směr rotace bičíku a tedy také to, zda bude bičíkem tlačena nebo tažena.

celkem 2 body



Obr. 1: Bičíkatá stádia organismů. I - *Vibrium cholerae*, II - spermie králíka; III - krásnoočko (*Eutreptia sp.*); IV - zoospora parazitické houby *Blastocladia emersonii*.

2. Ne všechny bakterie mají bičíky. I bez bičíku však mohou být schopné aktivně se pohybovat – například mohou formovat kolonie nebo biofilmy zvláštním trhavým pohybem (twitching motility). Ten je sice v porovnání s pohybem za pomoci bičíku pomalejší, pořád je to ale pohyb a má i své výhody. Takový trhavý pohyb si můžeš prohlédnout třeba zde na tomto videu:

<https://www.youtube.com/watch?v=yGMSQNBDq48>.

Jakým způsobem bakterie tento typ pohybu provádí?

Bakterie k tomuto účelu používají tzv. pilus typu IV. Ten, za spotřeby energie ve formě ATP, “vystrčí” pilus vpřed, dojde k přichycení pilu k podkladu a zkracováním pilu se buňka přitáhne k místu, kde je pilus přichycen. Je to vlastně podobný princip jako u horolezce s cepínem.

celkem 1 bod

3. Archea jsou podivná, v mnohých ohledech odlišná od bakterií a často se na ně zapomíná. My je však neopomeneme. Nacházíme u archeí také bičík? Pokud ano, uveď, jaké vlastnosti má společné s eukaryotickým, případně bakteriálním, bičíkem.

Některá Archea bičík opravdu mají. Na první pohled vypadá docela jako bakteriální. Obdobně jako u bakterií není krytý membránou a je tvořen proteiny flagelliny. Není však poháněn protonmotivní silou jako u bakteriálního bičíku, nýbrž hydrolýzou ATP. Jen pro zajímavost - zřejmě není strukturou homologickou k bakteriálnímu bičíku, nýbrž k pilu typu IV, který bakterie používají k pomalému trhavému pohybu.

celkem 1 bod

4. Jedinou bičíkem se aktivně pohybující lidskou buňkou je spermie. Uvnitř našich těl se buňky pohybují jinými mechanismy než za pomoci bičíků. Některé buňky našeho těla však disponují pohyblivými ciliemi na svém povrchu a to i přes to, že se pomocí nich nepohybují z místa na místo. K čemu takové buňky slouží? Uveď alespoň 2 místa v těle, kde se s nimi můžeme setkat.

Takové buňky pohybem řasinek uvádějí do pohybu různé tekutiny a sekrety. Příkladem je řasinkatý epitel v dýchacích cestách, vejcovodech nebo třeba ependymální buňky v mozku, díky nimž lépe cirkuluje mozkomíšní mok. V časně ontogenesi se také například podílejí na ustanovení pravolevé symetrie těla.

celkem 1 bod

5. Ačkoliv většina živočišných spermií využívá klasický bičík, pro některé skupiny - např. hlístice (Nematoda) - je charakteristická tvorba měňavkovitých spermií, které se pomalu "pláží" po podkladu. Jaký/é protein/y je/Jsou hlavní komponentou pohybového aparátu, který využívá třeba taková spermie háďátka nebo škrkavky?

Hlístice své spermie rozpohybovaly úplně unikátním způsobem. Měňavkovité spermie se pohybují polymerací speciálního proteinu MSP (major sperm protein).

celkem 1 bod

6. Ačkoliv bičíky nebo cilie umožňují velice efektivní pohyb v řídkém vodním prostředí, pro pohyb napříč komplexním 3D prostředím lidského těla se bičík jeví jako nepraktický. Buňky si však našly několik způsobů pohybu, jež se zakládají na polymeraci cytoskeletu - konkrétně aktinových mikrofilament. Aktin tvoří relativně odolná vlákna, která jsou polarizovaná (mají dva odlišné konce, tzv. + a -) a mohou se po nich pohybovat molekulární motory - myosiny. Aktinový cytoskelet často tvoří svazky paralelně probíhajících vláken, která mohou být po sobě posouvána právě myosiny, čímž dojde ke kontrakci takového svazku. Posouvání vláken aktinu pomocí molekulárního motoru myosinu je mj. i principem stahu svalových vláken, ale využívají jej i migrující buňky, které jinak se svaly nemají moc společného.

Takováto migrující buňka je pak polarizovaná - můžeme u ní snadno rozlišit 2 konce - vedoucí okraj (leading edge) a koncový okraj (trailing edge). Na vedoucím okraji, který prozkoumává a proráží cestu před sebou, je aktinový skelet neuvěřitelně dynamický a podílí se na vytváření různých výběžků cytoplazmy - filopodií, lamelipodií, invadopodií a dalších. Na tomto okraji také můžeme často pozorovat proteolytickou aktivitu - buňka do svého okolí může sekretovat koktejl enzymů, který pomáhá rozvolnit mezibuněčnou hmotu. Mezibuněčná hmota migraci buněk silně ovlivňuje: její struktura, velikost pórů, hustota, pružnost, složení, degradabilita různými enzymy nebo schopnost buněk vytvářet s tou či onou mezibuněčnou hmotou spoje - to vše má vliv na to, jaké buňky a jakým způsobem se budou skrze dané prostředí pohybovat.

- a. V textu výše se vyskytují pojmy označující různé výběžky cytoplazmy - filopodia, lamelipodia, invadopodia. Stručně charakterizuj všechny tři zmíněné pojmy.

filopodia - filopodia jsou tenké prstíkovité výběžky cytoplazmy vyztužené aktinovými vlákny

lamelipodia - široký plochý výběžek cytoplazmy, zpravidla se vyskytující na vedoucím okraji migrujících buněk

invadopodia - výběžky cytoplazmy s vysokou proteolytickou aktivitou, schopné degradovat mezibuněčnou hmotu; často je nacházíme mj. u rakovinných buněk

celkem 1,5 bodu

- b. Jak se na pohybu podílí struktura nazývaná stresová vlákna?

Stresová vlákna, navzdory názvu, nenacházíme jen ve stresovaných buňkách, ale jsou běžnou součástí pohybujících se buněk. Jsou to silné svazky aktinových mikrofilament, které mají schopnost se stahovat. Zároveň jsou připojena k místům buněčné adheze k podkladu. Jejich kontrakce generuje sílu potřebnou ke stažení buňky a jejímu přitahování k místu uchycení.

celkem 1 bod

- c. Základní dva typy pohybu závislého na aktinovém cytoskeletu je pohyb amébovitý (měňavkovitý) a mesenchymální. Stručně oba typy charakterizuj. Jaké jsou jejich výhody a nevýhody?

Mesenchymální pohyb je značně pomalejší (<1 $\mu\text{m}/\text{min}$). Typická je degradace mezibuněčné hmoty na vedoucím konci buňky (buňka si před sebou v podstatě enzymaticky vykouse cestičku). Během mesenchymálního pohybu se také vytváří silnější adheze k mezibuněčné hmotě než u amébovitího pohybu. Výhodou amébovitího pohybu je jeho rychlost (10 $\mu\text{m}/\text{min}$), buňky jsou ale více omezeny mechanickými vlastnostmi prostředí. Snaží se protlačit skrze již existující póry v mezibuněčné hmotě a pokud je mezibuněčná hmota příliš hustá, nedokáže se skrze ní prodat.

celkem 2 body

7. Že se pomocí aktinového cytoskeletu pohybuje leckterá eukaryotická buňka by vám nyní mělo být jasné. Existují však i poměrně obskurní případy bakterií, jež se také dokáží pohybovat za pomoci proteinu aktinu. Není to zcela zanedbatelné, neboť některé takto se pohybující bakterie jsou nepřijemnými lidskými patogeny a tento pohyb jim mj. umožňuje efektivnější infikování dalších buněk. Uveď příklad alespoň jedné bakterie, která se dokáže pohybovat z místa na místo za pomoci aktinu. Jak takový pohyb funguje?

Některé intracelulární bakterie se naučily zneužívat polymeraci hostitelského aktinu, čímž jsou bakterie tlačeny vpřed. Takovým příkladem je známá bakterie *Listeria monocytogenes*. Když se dostane dovnitř buňky, začne na jednom ze svých pólů exponovat protein ActA, který interaguje s proteiny hostitelské buňky regulujícími aktinový cytoskelet a ini-

ciuje prudkou polymeraci aktinu. Polymerovaný aktin v mikroskopu nápadně připomínající ohon komety a jež tlačí bakteriální buňku vpřed. Výsledkem tohoto je relativně rychlý pohyb po buňce (3-87 $\mu\text{m}/\text{min}$), který mohou bakterie využívat k šíření - tlačí se proti cytoplasmatické membráně a vytváří tak dlouhé prstovité výběžky, jimiž pronikají do dalších neinfikovaných buněk bez nutnosti opustit bezpečný vnitřek buňky, kde jsou chráněny před imunitním systémem. Tyto "aktinové ohony" jsou mezi intracelulárními bakteriemi poměrně rozšířené a pozorujeme i u jiných rodů bakterií jako *Schigella*, *Rickettsia*, *Burkholderia* a *Mycobacterium*.

celkem 1,5 bodu

8. **Mnohé řasy, například rozsivky (*Bacillariophyceae*), které jsou součástí bentosu (tzn. žijí na dně), bičíky postrádají a vzhledem k jejich pevným schránkám, u rozsivek z oxidu křemičitého, by to ani s měňavkovitým pohybem nebylo slavné. I tyto organismy se však čas od času potřebují přesunout - například se dostat ze stínu nebo najít vhodného partnera. Některé řasy tento problém řeší vytvořením bičíkatých, zároveň často pohlavních, stadií. Některé rozsivky však vůbec žádná bičíkatá stadia nemají, místo toho si našly jiný způsob, jak se pohout z místa.**

Jakým způsobem se bentické (nejen) rozsivky mohou pohybovat po podkladu? Jaká morfologická struktura, dobře patrná na jejich schránkách, rozsivkám významně napomáhá v tomto typu pohybu?

Motilita rozsivek (ale třeba i některých bentických sinic atd.) je založena na sekreci slizu. U většiny bentických rozsivek nalézáme morfologickou strukturu - tzv. raphe - což je jakýsi kanálek, který pomáhá usměřňovat sekretovaný sliz a pomáhá tedy směřovat pohyb.

celkem 1 bod

9. **Nejen bentické vodní organismy, ale i ty planktonní se občas setkávají s momenty, kdy se hodí lépe korigovat své souřadnice. Zvláště pro autotrofní fytoplankton je klíčové udržet se blíže vodní hladině, kde je nejvíce dostupného světla pro fotosyntézu. Sedimentační stres vedl v evoluci fytoplanktonu buďto k převaze bičíkatých morfotypů, a nebo ke zplošťování buněk a vytváření různých výběžků pro zpomalení sedimentace. U některých sinic se vyvinula ještě jiná strategie pro přesné udržení výšky ve vodním sloupci.**

Buňky některých bezbičíkatých planktonních sinic pomocí jisté organely dokáží velmi přesně regulovat svoji pozici ve vodním sloupci. Jakým termínem tuto strukturu označujeme a na jakém principu funguje?

Struktura se nazývá aerotop. Jedná se o měchýřek, který sinice dokáže aktivně plnit plynem (či naopak vyprazdňovat) a tím reguluje svou pozici ve vodním sloupci.

celkem 1 bod

10. **Pravdou je, že u mnohobuněčných rostlin je pohyb buněk z místa na místo výrazně omezen. Buňky jsou k sobě pevně vázány v pletivech a rigidní buněčná stěna pohyb vůbec nezlehčuje. Některé vyšší rostliny dokonce samostatně pohyblivá stadia úplně postrádají. Existují mezi rostlinnými buňkami však i jisté, pohyblivé, výjimky.**

U jakých skupin vyšších rostlin (*Embryophyta*) můžete nalézt buňky schopné aktivně se pohybovat z místa na místo (a které naopak pohyblivá stadia postrádají)? O jaké buňky se jedná a jakým způsobem se pohybují?

Jedná se o spermatické buňky, které se pohybují pomocí bičíků. Nacházíme je u mechorostů Nejodvozenější (recentní) skupinou, u níž bičíkaté spermatické buňky nacházíme je rod jinan (*Ginkgo*). Všechny ostatní semenné rostliny jsou již zcela bezbičíkaté.

celkem 2 body

Úloha 4 (experimentální): Veľké jesenné upratovanie

Autor: Veronika Kučminová

Počet bodů: 14

Po letných prázdninách opäť nastala jeseň, teploty pomaly klesajú a dni sa čoraz viac skracujú. Tieto dva javy sú najdôležitejším signálom pre prechod drevín z vegetačného obdobia do obdobia dormancie, ktoré sa začína charakteristickým opadom listia. Stromy na zimu zhadzujú svoje listy najmä z dôvodu, aby sa vyvarovali stratám vody, ktorá v zimnom období môže byť ťažko dostupná. Postupne vznikajúci listový opad tvorí významnú súčasť biomasy našich ekosystémov. Priemerné množstvo detritu môže dosahovať až 50–100 ton/ha, z toho listnatý opad tvorí 5–10 ton/ha. Doba rozloženia listov na humus trvá väčšinou 2–3 roky v závislosti na konkrétnom druhu stromu a klimatických podmienkach. V trópech väčšinou postačí spracovaniu opadu niekoľko mesiacov, naopak rozklad v aridných oblastiach trvá i niekoľko desaťročí.

Počas rozkladu opadu pozorujeme sukcesiu organizmov vďaka postupnej zmene charakteru substrátu spojenej s vyčerpaním určitých živín, kvôli ktorej dochádza k zániku pôvodného spoločenstva a nástupu nových skupín, ktoré rozkladajú metabolity svojich predchodcov a predtým nevyužitú živinu. Cieľom našej prvej praktickej úlohy bude popísať prvotnú fázu rozkladu listového opadu a určiť skupiny, ktoré sa na tomto procese podieľajú.

1. K štúdiu dekompozície sa najčastejšie využívajú tzv. opadové sáčky (litter bag) s rôznou veľkosťou ok, ktoré určujú ako veľké organizmy sa môžu podieľať na rozklade hmoty. Vám postačia dva plastové sáčky ako kontrola, dve vyrobené vrecká z nepoškodenej silonky a dve vrecká zo silonky, do ktorej vytvoríme niekoľko 0,5-1cm dierok. Všetky tri druhy vreciek naplníme zmesou (najlepšie čerstvo opadaného) listia o rovnakej hmotnosti a druhového zloženia (min. z 5 rôznych druhov stromov). Uzavreté sáčky zahrabte do zeme niekoľko centimetrov pod povrch v blízkosti listnatých stromov, ideálne do lesnej pôdy. Každý deň vrecká kontrolujte po dobu minimálne dvoch týždňov (ideálne čo najdlhšie). Vyberte ich obsah na bielu podložku, zaznamenajte vzhľad a hmotnosť opadu a sledujte nástup a prítomnosť živočíšnych druhov, húb a plesní, ktoré sa pokúste pomocou literatúry čo najpresnejšie taxonomicky zaradiť. Sledujte najmä či a ako sa líši priebeh rozkladu medzi jednotlivými vreckami. Celý experiment podrobne popíšte a vyhodnoťte aj s fotodokumentáciou do protokolu (návod: <http://biozvest.arach.cz/navody.html#TOC-Vzorov-protokol-praktick-lohy>).

Celkom 9 bodov

Za prevedenie experimentu 3 bod

Za určenie druhov a skupín 3 body

Za spracovanie a dodržanie náležitostí protokolu 3 body

2. Na základe literatúry sa v diskusii protokolu pokúste podrobne popísať sukcesiu organizmov počas celého procesu dekompozície listia a porovnajte ju s vašimi výsledkami.

Sukcesiu začínajú mikroskopické fyloplánne huby, ktoré kolonizujú povrch ešte zdravých listov na strome. Jedná sa najmä o vláknité druhy (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Stemphylium*, *Aureobasidium*, *Epicoccum*) a kvasinky (*Rhodotorula*, *Tilletiopsis*, *Sporobolomyces*). Po opade zahajujú ako prvé rozklad listov. Následne sa ku fyloplánnym hubám pridávajú saprofytické huby *Phoma* a *Pleospora*, antibiotické hyfomycety (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Penicillium*, *Trichoderma*), parazitické huby (padlí, alebo *Rhytisma*). Jedná sa o rýchlo sa šíriace a kompetične silné druhy rozkladajúce monosacharidy, disacharidy a škrob.

Neskôr dochádza v povrchovej vrstve pôdy ku fragmentácií detritu pôdnymi živočíchmi, najmä dážďovkami, roztočmi a chvostoskokmi, ktoré svojou činnosťou zabezpečujú zväčšenie povrchu pre pôsobenie ďalších húb a baktérií. Vytvorený substrát využívajú lignocelulolytické Basidiomycota (*Pluteus*, *Lepiota*). Činnosťou živočíchov, splachom vody či gravitáciou sa rozkladajúce čiastočky postupne dostávajú čím ďalej tým viac hlbšie do pôdy. V takzvanej fermentačnej vrstve nakoniec nastupujú stopkovýtrusne huby (*Marasmius*, *Mycena*, *Collybia*, *Clavaria*).

Za diskusiu 2 body

3. Listy, ktorého druhu stromu z vášho výberu sa podľa vašeho pozorovania rozkladajú pravdepodobne najrýchlejšie a ktoré najpomalšie? Čo spôsobuje odlišnú dobu dekompozície rôznych druhov stromov (aspoň 2 príčiny)?

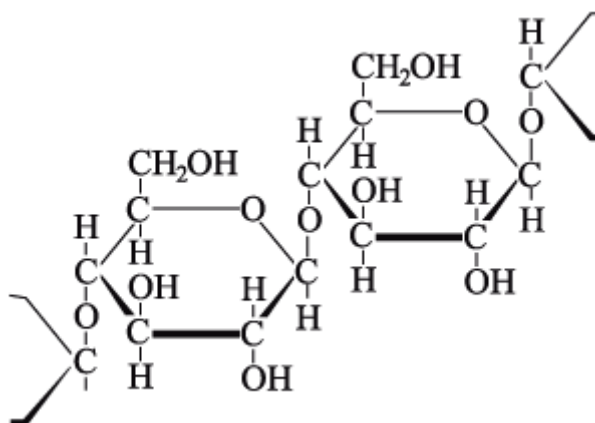
Ľahšie sa rozkladajú napríklad listy s nižším pomerom uhlíku voči dusíku, listy s nižším množstvom lignínu a pod.

Celkem 1 bod

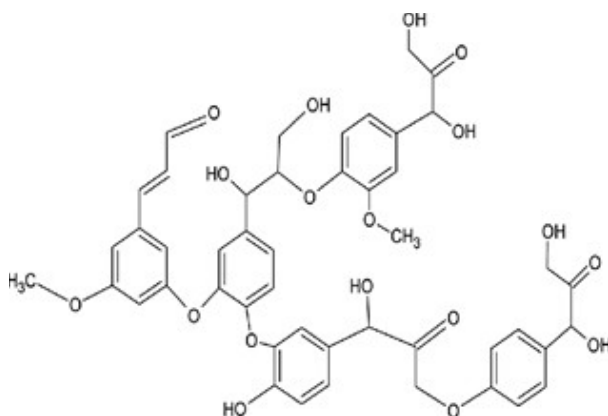
Za popísanie rýchlosti rozloženia druhov listov v experimente 0,5 boda

Za príčiny rôznej rýchlosti dekompozície 0,5 boda

4. Počas dekompozície dochádza ku rozkladu jednoduchších aj zložitejších organických látok. Ako sa nazývajú látky znázornené týmito chemickými vzorcami? Uveď ako sa nazýva a popíš v čom sa líši ich dekompozícia, a napíš príklad rodu aspoň jedného organizmu, ktorý sa na ich rozklade podieľa.



Obr. 2: Molekula látky A



Obr. 3: Molekula látky B

Látkou A je celulóza, ktorá sa vyznačuje takzvaným deštruktívnym rozkladom hnedej hniloby, počas ktorého vzniká tmavý surový humus bohatý na huminové kyseliny dlhodobávajúce rozkladu mikróbami (za rozkladom stojí napríklad Chaetomium, lupeňovité huby ho spôsobujú len vzácné).

Látkou B je lignín, ktorého korozívnym rozkladom bielej hniloby vzniká svetlohnedý humus bohatý na fulvokyseliny. Lignín rozkladajú najmä rôzne makromycety (*Collybia*, *Clitocybe*, *Lepista*, *Laccaria*, *Marasmius*).

Celkem 2 body

Za správne popísanie každej látky 1 bod

Úloha 5 (seriálová): Mňam, co to tu tak krásne smrdí?

Autor: Jan Simon Pražák

Počet bodů: 18 + 1 bonusový

Mrtvá těla obratlovců představují významný mikrohabitat hostící velkou diverzitu organismů z mnoha vývojových linií. Lidé jsou vyselektováni k přirozenému odporu vůči mršinám. Zápach z rozkládajících těl nás varuje před rizikem infekcí, pro jiné druhy však slouží jako pozvánka k hostině.

Hmyz je druhově nejbohatší linie živočichů (více než polovina všech popsanych druhů organismů) a adaptoval se takřka na veškeré habitaty (snad kromě slaných vod, kde hmyz najdeme jen velice okrajově). V rámci rozkladu mrtvých těl živočichů hrají významnou roli zejména zástupci brouků a dvoukřídlých. Podívejme se nyní na nejvýraznější skupiny, které na mrtvolách v našich podmínkách typicky nacházíme

1. Proč se při preparaci koster obratlovců využívají právě kožojedi spíše než jiné skupiny nekrofágního hmyzu? Uveďte alespoň tři důvody.

Žerou všechny měkké tkáně, ale nikoli kosti, dobře se chovají a množí, jsou drobní a vyčistí kosti dobře atd. Dá se vymyslet více správných odpovědí...

celkem 2 body

2. Na základě uvedených informací (popř. informací, které jste si dohledali navíc) zkuste vytvořit schéma potravních vztahů na rozkládající se mršině použitelné jako naučný obrázek na nástěnkou či informační tabuli. Schéma by mělo zobrazovat alespoň šest z osmi uvedených linií a měly by z něj být zřetelné vztahy mezi jednotlivými organismy.

Schéma můžete vypracovat buď digitálně, nebo nakreslit ručně na papír a oskenovat. Bude se hodnotit správnost a úplnost, názornost a pečlivost vypracování.

celkem 7 bodů

Za správnost všech uvedených informací 2 body

Za úplnost schématu (alespoň šest linií, úplnost zobrazených vztahů) 2 body

Za názornost a přehlednost schématu 2 body

Za pečlivost při grafickém zpracování 1 body

3. **Na mršinách se můžeme setkat také s jinými skupinami hmyzu, které ale s mršinami typicky asociovány nejsou. Mohou to být např. mandelinky či někteří motýli. Co mohou takové skupiny na mrtvolách pohledávat?**

Chodí tam pít vodu.

1 bod

4. **Na velkých broucích asociovaných s mršinami (ale také s trusem) často nacházíme roztoče, kteří se těmito brouky nechají přenášet. Tento jev nazýváme foreze. Proč jsou foretičtí roztoči nalézáni právě na těchto broucích?**

Mají stejný biotop (mršiny) – roztoči se tam živí vajíčky much. Přítomnost roztočů je navíc pro brouky výhodná, protože roztoči se (mimo jiné) živí vajíčky dvoukřídlých, kteří jsou konkurenty brouků.

1 body

5. **Pro relativně krátké post mortem intervaly jsou ideálním nosičem informací larvy dvoukřídlých. Je nicméně nutné pamatovat na to, že doba uplynulá od kolonizace se nemusí nutně shodovat s post mortem intervalem. Může být stejně dlouhá, nebo kratší, nebo dokonce delší. Zkuste vymyslet, za jakých podmínek mohou nastat tyto případy.**

Přenesení těla, které je předtím nedostupné (zabalené, pod ledem atd.), kolonizace ran před úmrtím, přenesení larev z jiné mršiny atd.

Teoreticky také přenesení larev z jiné mrtvoly (buď záměrně člověkem, nebo s oblečením, nebo tam mohou přelézt, pokud jsou těla blízko)

2 body

6. **Které skupiny hmyzu většinou na jedné mršině vystřídají několik generací a které naopak po dosažení stádia imaga odlétají hledat novou mršinu? Čím je to dané?**

Délka životního cyklu a délka trvání optimální fáze rozkladu mršiny, velikost mršiny (množství dospělců, kteří se mohou pářit). (Vše se týká jen těch, kde se mršinou živí všechna životní stadia.)

celkem 2 body

7. **Proč jsou některé skupiny nekrofilního hmyzu pro forenzní entomologii důležité a jiné nikoli?**

Důležité jsou ty, které prodělávají na mršině larvální vývoj. Především ty ty, kteří kolonizují mrtvolu v přesně vymezenou dobu

2 body

8. **Jaký fyzikální faktor zejména ovlivňuje rychlost rozkladu?**

teplota

1 bod

9. **Bonusová otázka: V rámci celé úlohy jsme se zabývali hmyzem na mrtvolách v suchozemském prostředí. Jak je to ale v prostředí mořském, které hmyz nikdy nekolonizoval? Kteří živočichové se postarají o rozklad těl obratlovců na mořském dně?**

Třeba kostižerky.

1 bod

