

BIOLOGIE

EKOLOGIE MIKROORGANISMŮ – ROLE VIRŮ A BAKTERIÍ V PŘÍRODĚ



Akademie věd ČR hledá mladé vědce

OTEVŘENÁ VĚDA

AKADEMIE VĚD ČR



Úvodní list

Předmět:	Biologie
Cílová skupina:	3. ročník gymnázií
Délka trvání:	90 min.
Název hodiny:	Ekologie mikroorganismů: role virů a bakterií v přírodě
Výukový celek:	Biologie virů, biologie bakterií
Vzdělávací oblast v RVP:	Člověk a příroda
Průřezová témata:	<p><u>Osobnostní a sociální výchova</u> – Rozvoj dovednosti formulovat vlastní myšlenky, zvláště nahlížet izolovaná fakta v širších souvislostech.</p> <p><u>Multikulturní výchova</u> – Rozvoj systémového myšlení, žák si uvědomuje vzájemnou provázanost a závislost částí na celku.</p> <p><u>Environmentální výchova</u> – Rozvoj ekologického myšlení. Žák si uvědomuje souvislost ekosystémů v rámci ekologických vazeb.</p> <p><u>Mediální výchova</u> – Rozvoj schopnosti kriticky zhodnotit mediální informace související s úlohou mikroorganismů (nejrůznější druhy reklam, popularizačních textů apod.).</p>
Mezipředmětové vztahy:	Matematika – exponenciální počty, objemy těles. Fyzika – vážení těles.
Výukové metody:	Výklad, samostatná práce, žákovský experiment, práce s textem.
Organizační formy výuky:	Frontální, skupinová, individuální.
Vstupní předpoklady:	Žák rozumí pojmům prokaryotní a eukaryotní buňka a dovede popsat jejich základní charakteristiky. Chápe, že virus nemá buněčnou strukturu a potřebuje buňku jako hostitelské prostředí.
Očekávané výstupy:	Žák chápe, že v přirozených ekosystémech převažují mikroorganismy. Je schopen vlastními slovy a na základě příjmů popsat diverzitu a relativní četnost bakterií a virů v přírodě a uvést významné příklady.



Výukové cíle:	Žák dovede a) vyjádřit a porozumět rozdílu v relativní velikosti prokaryotní a eukaryotní buňky; b) spočítat a modelově vyjádřit relativní četnost mikroorganismů v lidském trávicím traktu a v biosféře; c) vlastními slovy zhodnotit, co tato fakta naznačují.
Klíčové kompetence:	<p><u>Kompetence k učení:</u> Žák se učí propojovat poznatky s ději v běžném životě (struktura prokaryotní buňky a funkce mikroorganismů v souvislosti s ději jako např. trávení apod.).</p> <p><u>Kompetence k řešení problémů:</u> Žák se učí porozumět danému problému a zjednodušovat kroky směřující k jeho lepšímu pochopení.</p> <p><u>Kompetence komunikativní:</u> Žák se učí úsporně a přesně komunikovat prostřednictvím odborného jazyka a převádět si složitá fakta na snadnější modelové příklady.</p> <p><u>Kompetence sociální a personální:</u> Žák se učí vytvářet sebehodnocení a zdokonalovat svou práci individuální i skupinovou.</p> <p><u>Kompetence občanské:</u> Žák se metaforicky i prakticky seznamuje s porozuměním tomu, že základem fungujícího celku jsou jednotlivé fungující části.</p> <p><u>Kompetence pracovní:</u> Žák se učí trpělivosti, pečlivosti a vynalézavosti, s níž lze složité problémy modelovat jednoduššími příklady.</p>
Formy a prostředky hodnocení:	Slovní hodnocení průběžné i závěrečné, sebehodnocení, zpětná vazba.
Kritéria hodnocení:	Splnění stanovených cílů, spolupráce ve skupinkách, komunikativní a prezentační dovednosti žáka.
Pomůcky:	Sušené bílé fazolky (min. 7 x 500 g balení), kalkulačka, kuchyňská nebo laboratorní váha, pravítko, matematické tabulky, prezervativy, kuchyňský trychtýř, odměrná nádoba, větší mísa/nádoba, lavor nebo umyvadlo, potravinářské barvivo.



Časový a obsahový plán výukového celku (90 min.)
Název hodiny: Ekologie mikroorganismů: role virů a bakterií v přírodě

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Organizační formy výuky		Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
				Výukové metody	Výklad			
2	Úvod	Sdělení cíle hodiny a učiva, téma učiva	Vyjádření k cíli	Frontální, individuální	Výklad	Zpětná vazba	Bez pomůcek	
35	Opakování základních pojmů	Rozdá pracovní listy „opakování“ a moderuje jejich řádné vyplnění žáky; odpovídá na případné dotazy; společně se žáky následně kontroluje a diskutuje výsledky	Vyplnění pracovních listů dle zadání, diskuse nejasností, diskuse výsledků	Frontální, individuální	Výklad, práce s textem, diskuse	Slovní hodnocení	Pracovní list „opakování“; pro učitele, příp. učebnice či odb. kniha, chce-li ilustrovat správná řešení	Otázky na porozumění tématu
3	Zopakování základních tezí	Hodnocení činnosti žáků i učitele	Případné dotazy či náměty k další diskusi	Frontální, individuální	Diskuse	Reflexe, slovní hodnocení	Bez pomůcek	Zaúraznit propojení tematických celků
12	Základní informace o problematice	Prezentování základních informací z oboru ekologie mikroorganismů, potřebných pro porozumění cílům hodiny	Poslech prezentace, vedení rozhovoru s učitelem a diskuse mezi sebou	Frontální, individuální	Výklad, diskuse	Slovní hodnocení	(Powerpointová prezentace / učebnice)	Otázky na zkušnosti žáků s daným tématem
35	Samostatná práce	Rozdělí žáky do skupinek, kontroluje žáky při práci, pokud mají problém/dotaz, pak pomáhá	Vypracovávají zadaný úkol	Skupinová, individuální	Samostatná práce, žákovský experiment	Slovní hodnocení	Viz pracovní listy	Otázky na porozumění tématu
3	Závěrečná reflexe	Hodnotí hodinu, reflexe splnění cílů	Vyjádří se k hodině, reflexe splnění cílů	Frontální, individuální	Diskuse	Zpětná vazba	Bez pomůcek	Doporučení další studijní literatury zájemcům



Pracovní list pro studenta

Název: Ekologie mikroorganismů: role virů a bakterií v přírodě

Jméno:

a) Úkol 1.

Porovnání základních charakteristik obou hlavních typů buněk, buňky prokaryotní a eukaryotní.

b) Výklad

Existují pouze dva základní typy buněk: menší a jednodušší buňka prokaryotní, kterou najdeme výlučně u zástupců domén bakterií a archeí, a větší a komplexnější buňka eukaryotní. Prokaryotní i eukaryotní buňky disponují pestrou škálou nejrůznějších tvarů i velikostí, ilustrativní je však vždy průměrný rozdíl, tj. jejich relativní velikost vztažená vůči průměrným zástupcům obou typů. Rozdíl mezi oběma typy buněk je v biologii zcela zásadní a jeho pochopení je základem pro porozumění všem dalším souvislostem, jak ekologickým, tak evolučním.

c) Pomůcky

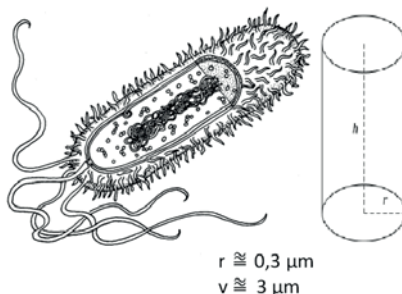
Sušené bílé fazolky, kalkulačka, pravítko, matematické tabulky, prezervativ, kuchyňský trychtýř, odměrná nádoba, lavor nebo umyvadlo, potravinářské barvivo.

d) Pracovní postup

1. S pomocí zadaných informací vypočítej modelový poměr mezi objemem bakteriální a eukaryotní buňky.
2. Pravítkem změř délku, šířku i výšku typického zrnka bílé fazole zaokrouhlenou na celé milimetry a dopočítej jeho objem (mm^3). Fazole představuje okem pozorovatelný model prokaryotní buňky.
3. Podle poměru objemů urči objem tělesa, představujícího srovnatelně zvětšený model buňky eukaryotní. Vzorec najdi v tabulkách, výsledek vyjádři v litrech.
4. Prezervativ umísti nad lavor/umyvadlo a trychtýřem do něj nalij spočítaný objem vody. Vhod' do něj zrnko fazole a ústí zauzluj. Pozoruj relativní velikost obou modelů a porovnej s přiloženými schématy.

e) Zpracování pokusu

Navzdory tomu, že mnohé bakterie a archea mohou mít buňky o velikosti desítek či dokonce stovek mikrometrů (μm), typická prokaryotní buňka je obvykle tyčinka podobná válci o rozměrech cca $0,6 \times 3 \mu\text{m}$.

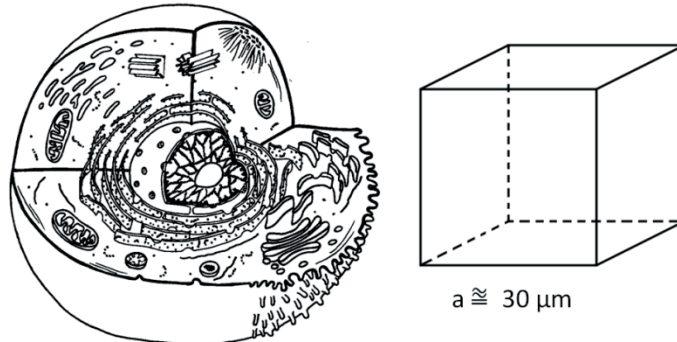




Nechť pro zjednodušení objem uvažované prokaryotní buňky

$$V_{\text{pro}} = 1 \mu\text{m}^3.$$

Morfologická variabilita eukaryotních buněk je ještě daleko větší; jejich velikosti se mohou pohybovat od několika mikrometrů do několika centimetrů (vajíčka ptáků). Pro porovnání vezměme průměrnou buňku kožního epitelu, jíž lze zhruba připodobnit krychli o hraně 30 μm .



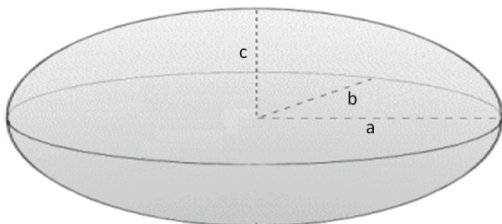
Objem takové eukaryotní buňky tedy bude

$$V_{\text{euk}} = \dots\dots\dots \mu\text{m}^3.$$

Pak poměr $V_{\text{pro}} : V_{\text{euk}} = 1 : \dots\dots\dots$

Nyní chceme znát velikost dvou těles, které nám svými rozměry budou reprezentovat objemový poměr mezi oběma buněčnými typy.

Menším tělesem, představujícím model buňky prokaryotní, je zrnko fazole. Jeho objem kvůli větší přesnosti nespočítáme jako objem válce, nýbrž podle vzorce objemu rotačního elipsoidu:



$$V = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{mm}^3$$

Ze znalosti poměru $V_{\text{pro}} : V_{\text{euk}}$ je následně zřejmé, že větší těleso, představující model buňky eukaryotní, musí mít objem o velikosti

$$V = \dots\dots\dots \text{mm}^3 / \text{ml}, \text{ a tedy } \dots\dots \text{ litrů.}$$

Vypočtený objem pomocí odměrné nádoby vlijeme do prezervativu, přisypeme potravinářské barvivo, zauzlujeme a pozorujeme. Dáváme přitom pozor na možné protržení.

f) Závěr

Výsledkem pokusu je pozorování, že v porovnání s typickou buňkou prokaryotní je průměrná eukaryotní buňka nesrovnatelně větší. Prezervativ též vhodně modeluje fluidní povahu cytoplazmatické membrány. Zamysli se nad tím, jak by probíhala difuze potravinářského barviva v objemu fazolového zrnka – co z toho plyne pro relativně větší buňku eukaryotní?



Z pozorování by mělo být zřejmé, jaká je funkce buněčné stěny, proč eukaryotická buňka obsahuje cytoskelet a proč je tzv. kompartmentalizovaná:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



a) Úkol 2.

Modelování početnosti mikrobiálního společenstva gastrointestinálního traktu člověka.

b) Výklad

Bakterie nejsou jen patogenní agens způsobující nemoci a rozhodně se jich nelze jen tak zbavit: v gastrointestinálním traktu (GIT) dospělého člověka se nachází cca 10^{14} endosymbiotických prokaryotických buněk. Tyto bakterie a archea, žijící jako komenzálové, se ve skutečnosti podílí nejen na morfologickém vývoji střev a jejich správné funkci, nýbrž i na tvorbě imunologické bariéry vůči patogenním vetřelcům z vnějšího prostředí.

c) Pomůcky

Sušené bílé fazolky, kuchyňská nebo laboratorní váha, kalkulačka, větší mísa/nádoba.

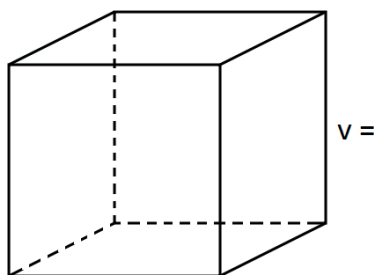
d) Pracovní postup

1. Na váze odvaž 50 g sušených fazolových semen a spočítej je.
2. Na základě výsledku urči přibližný počet semen v 1 kg fazolí. Zaokrouhli na celé tisíce.
3. Nechť jedno zrnko fazole znázorňuje jednu prokaryotní buňku. Je-li velikost mikrobiálního společenství v GIT 10^{14} a uvažujeme-li pro zjednodušení, že 1 kg fazolí odpovídá 1 dm^3 , spočítej objem fazolových zrn, představujících model střevního mikrobiomu zdravého člověka.
4. Tento objem vyjádři velikostí krychle, která jej zaujímá. Urči délku hrany této krychle.
5. Výsledek porovnej se zadanými příklady jiných podobně velkých objektů.
6. Urči množství fazolí, které by po rozdělení mezi všechny obyvatele Země připadly na jednoho člověka.

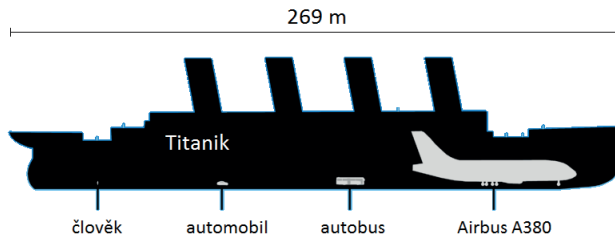
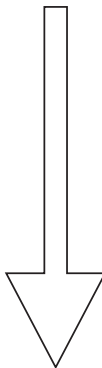
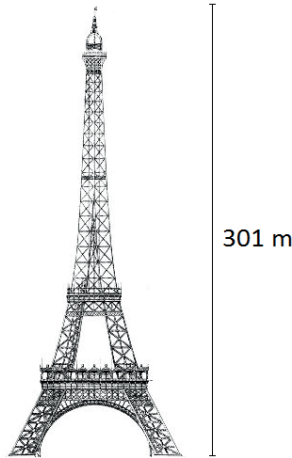
e) Zpracování pokusu

Pokus provedeme dle pracovního postupu. Zaokrouhlování v bodě 2 na celé tisíce je možné proto, že v případě velikosti bakteriálního společenství v GIT operujeme za prvé s odhadem a za druhé s velmi vysokým číslem.

Krychle obsahující tentýž počet fazolových zrn jako je počet komenzálních prokaryot (10^{14}) v gastrointestinálním traktu zdravého dospělého člověka má hranu o délce:



Pro srovnání a představu rozměrů lze uvést následující příklady:



Pokud bychom toto množství fazolí vydělili mezi všechny obyvatele planety ($7,25 \times 10^9$), na každého člověka by připadlo

..... kg fazolí

Dané množství si odvaž do připravené nádoby a zamysli se nad výsledkem.

f) Závěr

Po provedení pokusu je na základě názorného příměru zřejmé, že početnost (abundance) prokaryotních komenzálů je i v rámci jednoho eukaryotního organismu (lidský jedinec) nesmírná. V souvislosti s tím se zamyslete nad následujícími otázkami:

Jsou prokaryotní symbionti pro hostitele postradatelní?

.....
.....
.....

Lze tvrdit, že jen bez bakterií je vše zcela „čisté“? Lze na bakterie pohlížet jen jako na choroboplodné zárodky?

.....
.....
.....



a) Úkol 3.

Modelování početnosti globálního mikrobiálního společenstva: prokaryota a viry na Zemi.

b) Výklad

Teoreticky spočítaná abundance prokaryotních buněk v biosféře (navzdory tomu, že neexistují dostatečně spolehlivá data pro odhad prokaryotní biomasy v zemské kůře a atmosféře) se pohybuje zhruba kolem hodnoty 10^{30} buněk. Všechny tyto organismy se přitom svými životními projevy podílí na složení a funkci veškerých pozorovatelných ekosystémů, a ačkoliv samy jsou pouhým okem neviditelné, představují jejich nedílnou součást a v jistém slova smyslu i jejich základ. Odhady abundance virů v biosféře jsou pak ještě o řád až dva vyšší (většina z nich jsou mořské bakteriofágy).

c) Pomůcky

Kalkulačka.

d) Pracovní postup

1. Analogicky s úkolem 2. spočítej objem, který zaujímá tentýž počet fazolových zrnků, jako je odhadovaný počet prokaryotních buněk v biosféře. Výsledek vyjádři v km^3 .
2. Je-li objem Země cca $1,08 \times 10^{12} \text{ km}^3$, vyjádři výsledný objem fazolek v násobcích objemu Země.
3. Předpokládejme, že počet virových částic na Zemi je 10^{31} . Naprostá většina jsou bakteriofágové, jejichž průměrná velikost bude něco kolem 10 nm. Kdybychom 10^{31} takových bakteriofágů seřadili do řady, jak dlouhá by byla? Porovnej s průměrem naší galaxie (100 000 světelných let).

e) Zpracování pokusu



f) Závěr

Zamysli se nad výsledkem, stejně jako nad tím, že počet virových částic je ještě 10–100x větší. Zhodnoť roli a význam mikroorganismů v přírodě. Jaké jsou nejvýznamnější role bakterií v přírodě? Jaká je podle tebe hlavní ekologická funkce virů v ekosystémech? Lze v ekologických úvahách mikroorganismy opomíjet?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

* Zdroj použitých ilustrací buněčných typů: <http://biodidac.bio.uottawa.ca>.
** Příklad velikosti Titaniku upraven podle http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Size_Titanic.png.



Pracovní list pro pedagoga

Název: Ekologie mikroorganismů: role virů a bakterií v přírodě

a) Úkol 1.

Porovnání základních charakteristik obou hlavních typů buněk, buňky prokaryotní a eukaryotní.

b) Výklad

Existují pouze dva základní typy buněk: menší a jednodušší buňka prokaryotní, kterou najdeme výlučně u zástupců domén bakterií a archeí, a větší a komplexnější buňka eukaryotní. Prokaryotní i eukaryotní buňky disponují pestrou škálou nejrůznějších tvarů i velikostí, ilustrativní je však vždy průměrný rozdíl, tj. jejich relativní velikost vztažená vůči průměrným zástupcům obou typů. Rozdíl mezi oběma typy buněk je v biologii zcela zásadní a jeho pochopení je základem pro porozumění všem dalším souvislostem, jak ekologickým, tak evolučním.

c) Pomůcky

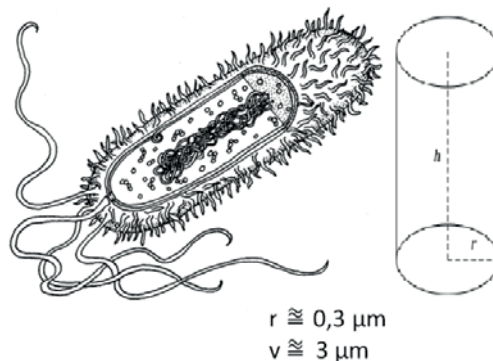
Sušené bílé fazolky, kalkulačka, pravítko, matematické tabulky, prezervativ (dle počtu skupin), kuchyňský trychtýř, odměrná nádoba, lator nebo umyvadlo, potravinářské barvivo.

d) Pracovní postup

1. S pomocí zadaných informací vypočítej modelový poměr mezi objemem bakteriální a eukaryotní buňky.
2. Pravítkem změř délku, šířku i výšku typického zrnka bílé fazole zaokrouhlenou na celé milimetry a dopočítej jeho objem (mm^3). Fazole představuje okem pozorovatelný model prokaryotní buňky.
3. Podle poměru objemů urči objem tělesa, představujícího srovnatelně zvětšený model buňky eukaryotní. Vzorec najdi v tabulkách, výsledek vyjádři v litrech.
4. Prezervativ umísti nad lator/umyvadlo a trychtýřem do něj nalij spočítaný objem vody. Vhod' do něj zrnko fazole a ústí zauzluj. Pozoruj relativní velikost obou modelů a porovnej s přiloženými schématy.

e) Zpracování pokusu

Navzdory tomu, že mnohé bakterie a archea mohou mít buňky o velikosti desítek či dokonce stovek mikrometrů (μm), typická prokaryotní buňka je obvykle tyčinka podobná válci o rozměrech cca $0,6 \times 3 \mu\text{m}$.

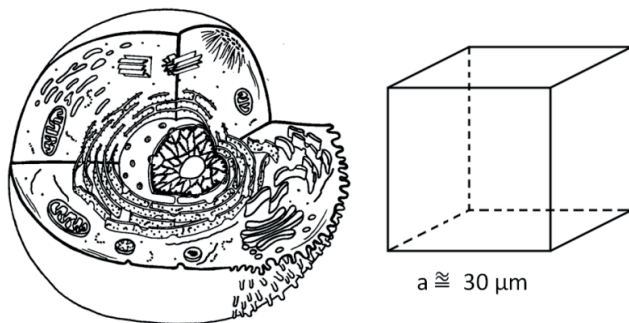




Nechť pro zjednodušení objem uvažované prokaryotní buňky

$$V_{\text{pro}} = 1 \mu\text{m}^3.$$

Morfologická variabilita eukaryotních buněk je ještě daleko větší; jejich velikosti se mohou pohybovat od několika mikrometrů do několika cm (vejčička ptáků). Pro porovnání vezměme průměrnou buňku kožního epitelu, již lze zhruba připodobnit krychli o hraně 30 μm .



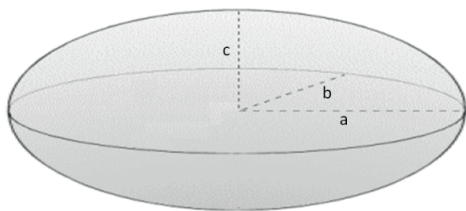
Objem takové eukaryotní buňky tedy bude

$$V_{\text{euk}} = \dots 27.000 \dots \mu\text{m}^3.$$

Pak poměr $V_{\text{pro}} : V_{\text{euk}} = 1 : \dots 27.000 \dots$

Nyní chceme znát velikost dvou těles, které nám svými rozměry budou reprezentovat objemový poměr mezi oběma buněčnými typy.

Menším tělesem, představujícím model buňky prokaryotní, je zrnko fazole. Jeho objem kvůli větší přesnosti nespočítáme jako objem válce, nýbrž podle vzorce objemu rotačního elipsoidu:



Při standardních rozměrech fazolového zrna cca $12 \times 7 \times 5 \text{ mm}$ tedy $(4\pi \times 6 \times 3,5 \times 2,5) / 3$

$$V = \dots (4\pi abc)/3 \dots = \dots \text{cca } 220 \dots \text{ mm}^3$$

Ze znalosti poměru $V_{\text{pro}} : V_{\text{euk}}$ je následně zřejmé, že větší těleso, představující model buňky eukaryotní, musí mít objem o velikosti

$$V = \dots 220 \times 27.000 \dots \text{ mm}^3 / \text{ml}, \text{ a tedy } \dots \text{cca } 6 \dots \text{ litrů.}$$

Vypočtený objem pomocí odměrné nádoby vlijeme do prezervativu, přisypeme potravinářské barvivo, zauzlujeme a pozorujeme. Dáváme přitom pozor na možné protržení.

f) Závěr

Výsledkem pokusu je pozorování, že v porovnání s typickou buňkou prokaryotní je průměrná eukaryotní buňka nesrovnatelně větší. Prezervativ též vhodně modeluje fluidní povahu cytoplazmatické membrány. Zamysli se nad tím, jak by probíhala difuze potravinářského barviva v objemu fazolového zrnka – co z toho plyne pro relativně větší buňku eukaryotní?

Z pozorování by mělo být zřejmé, jaká je funkce buněčné stěny u buněk, které ji mají, proč eukaryotická buňka obsahuje cytoskelet a proč je tzv. kompartmentalizovaná:

Buněčná stěna buňku zpevňuje, aby držela tvar. Stejnou funkci má i cytoskelet – eukaryotní buňka je příliš velká a potřebuje vnitřní oporu. Vzhledem ke značné relativní velikosti je v ní též při srovnání s objemem buňky prokaryotní velmi pomalá difuze. Endomembránové kompartmenty eu. b. vytváří prostorově ohraničené funkční celky (organely), které umožňují řadě fyziologických procesů probíhat jednak rychleji a jednak simultánně bez obavy ze vzájemného ovlivňování.



a) Úkol 2.

Modelování početnosti mikrobiálního společenstva gastrointestinálního traktu člověka.

b) Výklad

Bakterie nejsou jen patogenní agens způsobující nemoci a rozhodně se jich nelze jen tak zbavit: v gastrointestinálním traktu (GIT) dospělého člověka se nachází cca 10^{14} endosymbiotických prokaryotických buněk. Tyto bakterie a archea, žijící jako komenzálové, se ve skutečnosti podílí nejen na morfologickém vývoji střev a jejich správné funkci, nýbrž i na tvorbě imunologické bariéry vůči patogenním vetřelcům z vnějšího prostředí.

c) Pomůcky

Sušené bílé fazolky, kuchyňská nebo laboratorní váha, kalkulačka, větší mísa/nádoba.

Fazolí bude třeba min 3,5 kg, tj. 7 x 500 g balení.

d) Pracovní postup

1. Na váze odvaž 50 g sušených fazolových semen a spočítej je.
2. Na základě výsledku urči přibližný počet semen v 1 kg fazolí. Zaokrouhli na celé tisíce.
3. Nechť jedno zrnko fazole znázorňuje jednu prokaryotní buňku. Je-li velikost mikrobiálního společenství v GIT 10^{14} a uvažujeme-li pro zjednodušení, že 1 kg fazolí odpovídá 1 dm^3 , spočítej objem fazolových zrn, představujících model střevního mikrobiomu zdravého člověka.
4. Tento objem vyjádři velikostí krychle, která jej zaujímá. Urči délku hrany této krychle.
5. Výsledek porovnej se zadanými příklady jiných podobně velkých objektů.
6. Urči množství fazolí, které by po rozdělení mezi všechny obyvatele Země připadly na jednoho člověka.

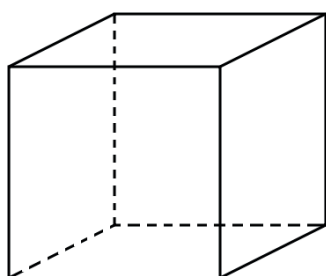
e) Zpracování pokusu

Pokus provedeme dle pracovního postupu. Zaokrouhlování v bodě 2 na celé tisíce je možné proto, že v případě velikosti bakteriálního společenství v GIT operujeme za prvé s odhadem a za druhé s velmi vysokým číslem.

Krychle obsahující tentýž počet fazolových zrn jako je počet komenzálních prokaryot (10^{14}) v gastrointestinálním traktu zdravého dospělého člověka má hranu o délce:

Po zaokrouhlení na tisíce = 4000 fazolových zrn/kg

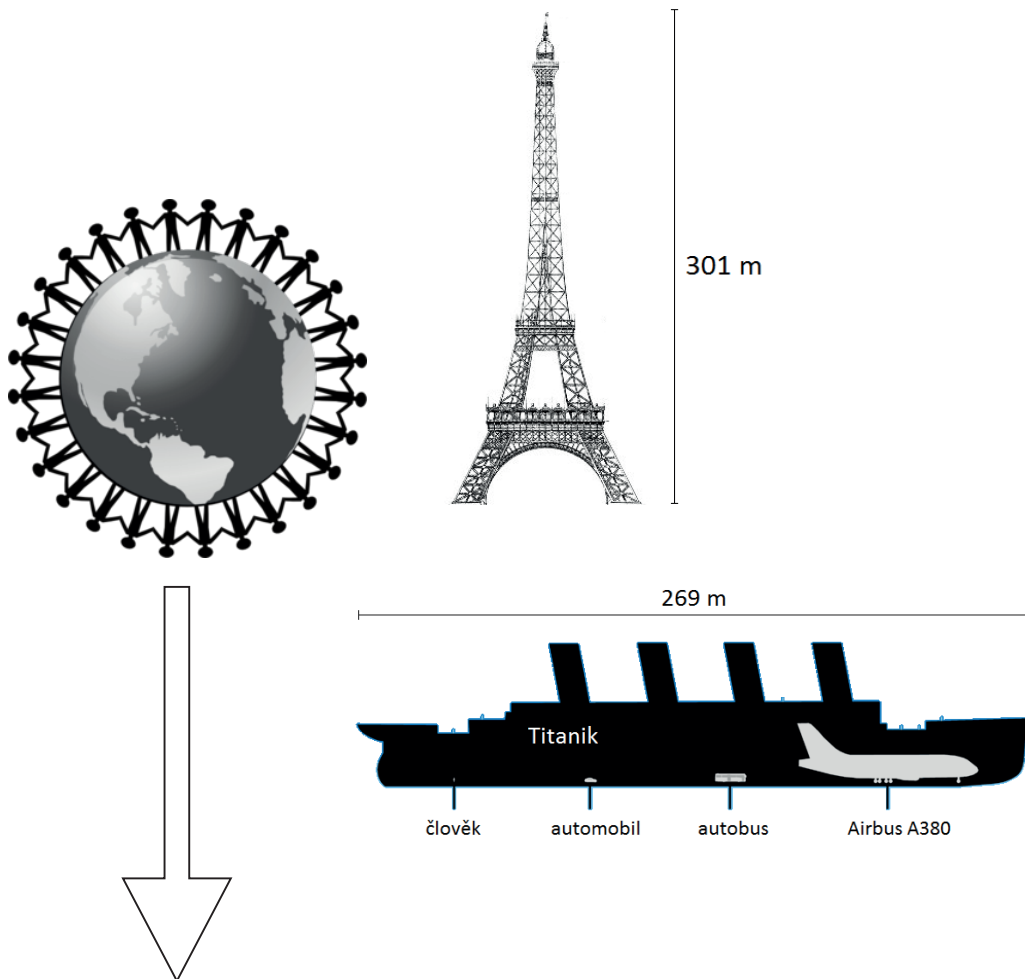
Výpočet: $10^{14}/4000 = \text{počet kg} = \text{počet dm}^3$; je-li 1 kg roven 1 dm^3 . Po vydělení tisícem získáme počet m^3 . Aplikujeme třetí odmocninu a získáme výšku hrany krychle (v) v metrech.



$$v = 292,4 \text{ m}$$



Pro srovnání a představu rozměrů lze uvést následující příklady:



Pokud bychom toto množství fazolí vydělili mezi všechny obyvatele planety ($7,25 \times 10^9$), na každého člověka by připadlo

.....**cca 3,5 kg** kg fazolí.

Dané množství hromadně odvaž do připravené nádoby a zamysli se nad výsledkem.

f) Závěr

Po provedení pokusu je na základě názorného příkladu zřejmé, že početnost (abundance) prokaryotních kmenů je i v rámci jednoho eukaryotního organismu (lidský jedinec) nesmírná. V souvislosti s tím se zamysli nad následujícími otázkami:

Jsou prokaryotní symbionti pro hostitele postradatelní?

Nejsou. Bez ohledu na jejich význam při evoluci (vznik semiautonomních organel) fungují jako nedílná součást makroorganismů: spolupůsobí na vývoj jejich těl, imunitních systémů i na průběh řady základních fyziologických funkcí.

Lze tvrdit, že jen bez bakterií je vše zcela „čisté“? Lze na bakterie pohlížet jen jako na choroboplodné zárodky?

Nelze – z výše uvedených důvodů. Prokaryotní organismy jsou všude kolem nás (eukaryot) i v nás, včetně vnitřku našich orgánů i samotných buněk. Spolupodílí se tak na funkci eukaryotních těl. Zcela sterilní prostředí není prostředím přirozeným. Patogenních druhů je naprostá menšina.



Úkol 3.

Modelování početnosti globálního mikrobiálního společenstva: prokaryota a viry na Zemi.

b) Výklad

Teoreticky spočítaná abundance prokaryotních buněk v biosféře (navzdory tomu, že neexistují dostatečně spolehlivá data pro odhad prokaryotní biomasy v zemské kůře a atmosféře) se pohybuje zhruba kolem hodnoty 10^{30} buněk. Všechny tyto organismy se přitom svými životními projevy podílí na složení a funkci veškerých pozorovatelných ekosystémů, a ačkoliv samy jsou pouhým okem neviditelné, představují jejich nedílnou součást a v jistém slova smyslu i jejich základ. Odhady abundance virů v biosféře jsou pak ještě o řád až dva vyšší (většina z nich jsou mořské bakteriofágy).

c) Pomůcky

Kalkulačka.

d) Pracovní postup

1. Analogicky s úkolem 2. spočítej objem, který zaujímá tentýž počet fazolových zrn, jako je odhadovaný počet prokaryotních buněk v biosféře. Výsledek vyjádři v km^3 .
2. Je-li objem Země cca $1,08 \times 10^{12} \text{ km}^3$, vyjádři výsledný objem fazolek v násobcích objemu Země.
3. Předpokládejme, že počet virových částic na Zemi je 10^{31} . Naprostá většina jsou bakteriofagové, jejichž průměrnou velikost bude něco kolem 10 nm. Kdybychom 10^{31} takových bakteriofágů seřadili do řady, jak dlouhá by byla? Porovnej s průměrem naší galaxie (100 000 světelných let).

e) Zpracování pokusu

1. 10^{30} (zrn) / 4000 (zrn v 1kg) = počet kg = počet dm^3 (**25×10^{25}**)
2. počet dm^3 / 1000 = počet m^3 (**25×10^{23}**)
3. počet m^3 / 1 000 000 000 = počet km^3 (**25×10^{13}**)
4. počet km^3 / $1,08 \times 10^{12}$ = **cca 231,5 násobku objemu Země**

1. $10^{31} \times 10$ = počet nanometrů
2. $10^{32} / 1000$ = počet mikrometrů (**10^{29}**)
3. počet mikrometrů / 1000 = počet milimetrů (**10^{26}**)
4. počet milimetrů / 1000 = počet metrů (**10^{23}**)
5. počet metrů / 1000 = počet km (**10^{20}**)
6. počet km / 300 000 = počet světelných sekund
7. počet světelných sekund / 60 = počet světelných minut
8. počet světelných minut / 60 = počet světelných hodin
9. počet světelných hodin / 24 = počet světelných dnů
10. počet světelných dnů / 365,25 = počet světelných roků

= cca 10,5 milionu světelných let (více jak 100x delší)

f) Závěr

Zamysli se nad výsledkem, stejně jako nad tím, že počet virových částic je ještě 10–100x větší. Zhodnoť roli a význam mikroorganismů v přírodě. Jaké jsou nejvýznamnější



role bakterií v přírodě? Jaká je podle tebe hlavní ekologická funkce virů v ekosystémech? Lze v ekologických úvahách mikroorganismy opomíjet?

Přestože nejsou na první pohled vidět, mikroorganismy tvoří základ fungující biosféry. Jejich vliv a působení nelze zanedbat v ekologických vazbách žádného ekosystému na Zemi. Mezi nejvýznamnější role prokaryot v přírodě patří mineralizace, fixace vzdušného dusíku, vytváření koloběhu biogenních prvků (uhlík, dusík, síra aj.) a produkce kyslíku (sinice). Viry, z nichž v největším zastoupení jsou mořské bakteriofágy, následně regulují početnost prokaryotních buněk v biosféře – každý den zničí 20-40 % prokaryotických buněk, jejichž lyzovaný obsah přispívá k recyklaci organické hmoty v nižších patrech potravního řetězce. Mikroorganismy a jejich vzájemné vazby mezi sebou spolu i s eukaryotními organismy jsou základem pro správné fungování jak ekologických, tak i evolučních procesů.

* Zdroj použitých ilustrací buněčných typů: <http://biodidac.bio.uottawa.ca>.

** Příklad velikosti Titaniku upraven podle http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Size_Titanic.png.

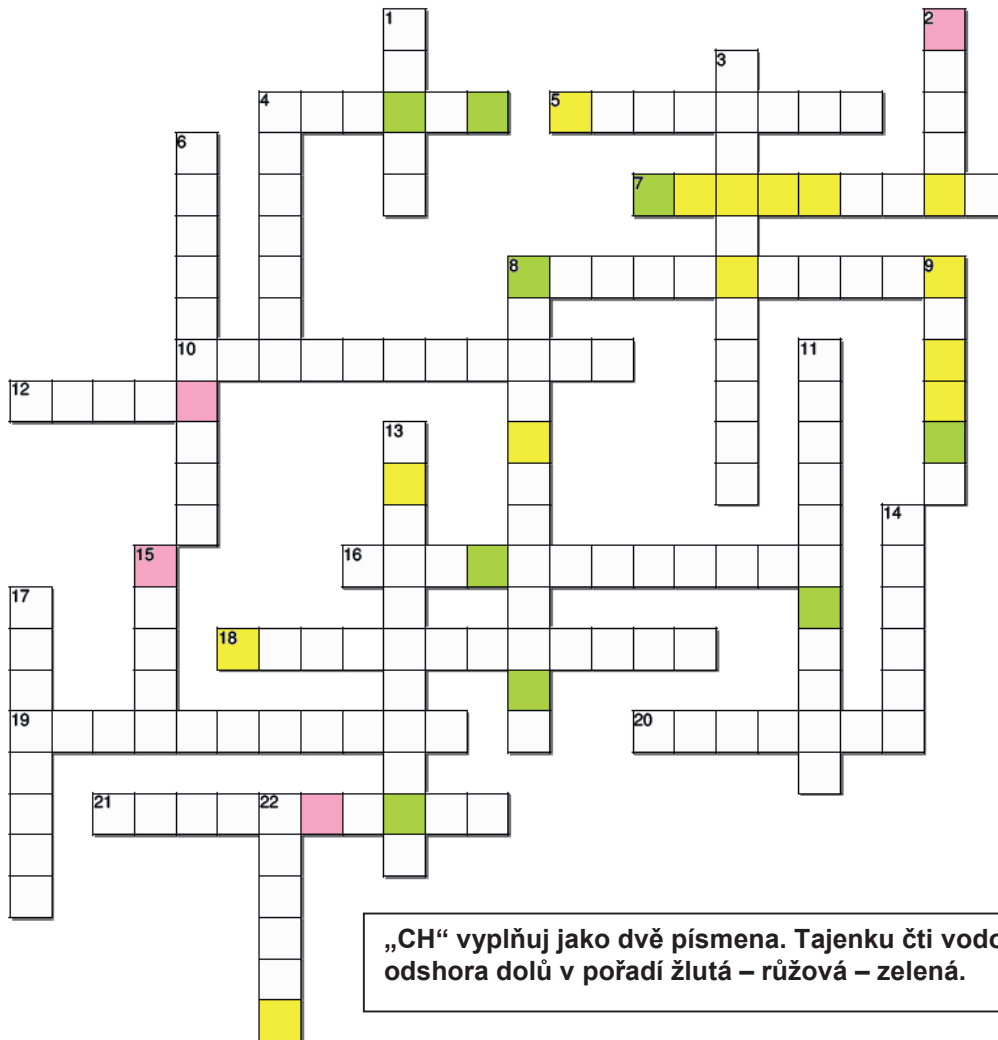


Opakování

Název: Ekologie mikroorganismů: role virů a bakterií v přírodě

Jméno:

1) Zopakuj si základní informace. Vyplň dle zadání následující křížovku:



Created on TheTeachersCorner.net Crossword Maker

Vodorovně

4. vnitřní mitochondriální membrány
5. obaluje buňku
7. optická pomůcka mikrobiologa
8. virus napadající bakterie
10. holandský objevitel bakterií
12. základní jednotka života
16. organely obsahující chlorofyl
18. rozklad organických látek
19. přepis genetické informace
20. tvor žijící na úkor jiného
21. sekundární struktura DNA

Svisle

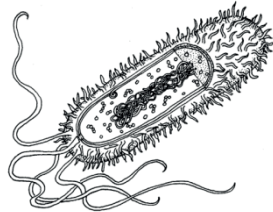
1. biogenní prvek
2. řídící organela eukaryotické buňky
3. strukturně menší typ buňky
4. uskupení bakterií na kultivační misce
6. vnitřní obsah buňky
8. druhová rozmanitost života
9. dusíkatá báze párující s cytosinem
11. tvorba organických sloučenin za pomoci světla
13. rodový název bakterie E. coli
14. nemoc vyvolaná bakterií Corynebacterium diphtheriae
15. nukleotidový triplet
17. jednobuněčná eukaryota
22. organely buněčného pohybu

Doplň tajenku a zaměř se na termíny, které obsahuje. Co bys o nich řekl(a)?



Pro pochopení významu role a funkce mikroskopických organismů v přírodě je třeba si zopakovat, co oba pojmy vlastně znamenají:

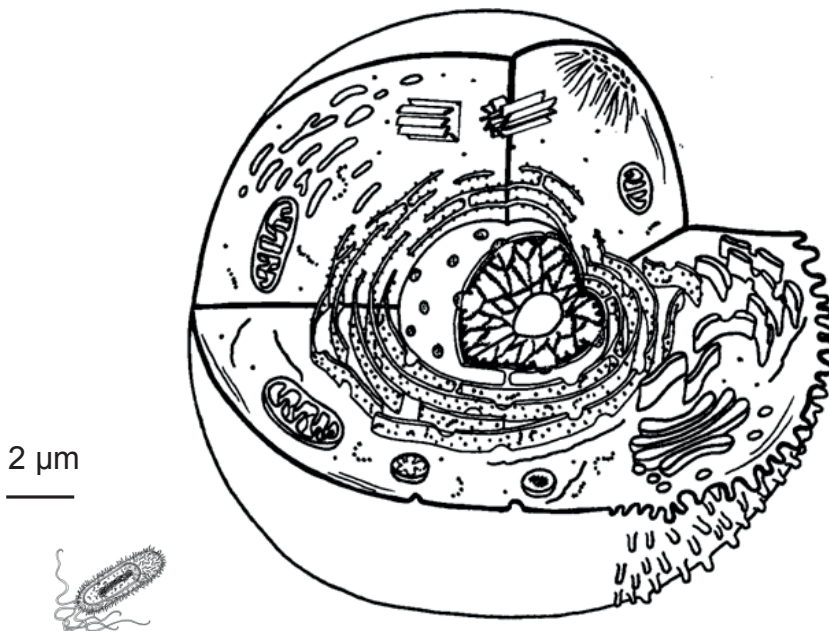
2) Z hlediska struktury existují typy buněk, a to buňky:



.....

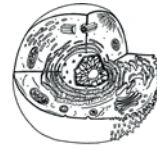
.....

Tato obecně používaná schémata jsou sice dostatečná pro ilustraci základních rozdílů ve vnitřní stavbě buňky, zcela ovšem opomíjí rozdíl, který je nezbytný pro skutečné pochopení odlišnosti obou buněčných typů – relativní velikost. Tu lze vyjádřit přibližně následovně:





3) Popiš, co lze u obou typů buněk pozorovat (struktury, orgány):



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

X

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



4) Co můžeš na základě takového porovnání o obou buněčných typech říci?

.....

.....

.....

5) Mezi nejznámější typy vzájemných interakcí mezi organismy patří parazitismus, komenzálismus a mutualismus. Popiš, v čem spočívá princip každého z nich. Uveď příklad(y):

PARAZITISMUS je

.....

.....

KOMENZÁLISMUS je

.....

.....

MUTUALISMUS je

.....

.....

Společným jmenovatelem těchto tří způsobů vzájemného ovlivňování je ve všech případech **blízký** kontakt partnerů, ilustrující princip **úzkého soužití** v těsném kontaktu (na rozdíl třeba od predace). Parazitismus, komenzálismus i mutualismus jsou tedy specifické případy **symbiózy**, která je definovaná jako jakékoli úzké soužití dvou či více organismů. Symbióza proto není synonymem pro mutualismus.

Z toho plyne, že symbiontem je jakýkoli organismus, žijící s druhým v těsném kontaktu. Z takové definice je zřejmé, že **typickými symbionty** musí být vzhledem ke své zanedbatelné velikosti, která jim takový způsob soužití velmi usnadňuje, právě **mikroorganismy**. S tím též souvisí to, že vzhledem ke své velikosti jsou mikroorganismy **všudypřítomné**, a tudíž představují na první pohled sice neviditelný, přesto však zcela zásadní ekologický faktor. Ekosystémy jsou na jejich přítomnosti a působení zcela odkázané.

* Křížovka viz <http://worksheets.theteacherscorner.net>.

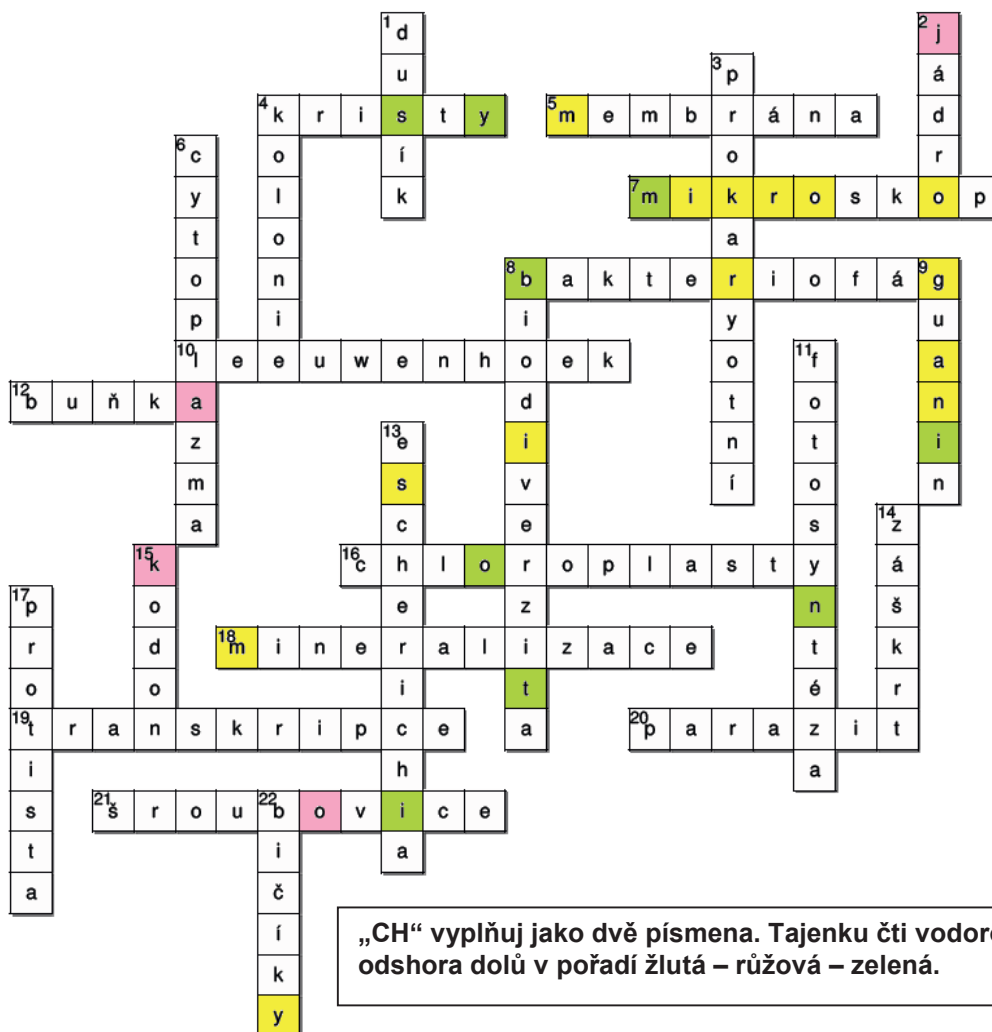
** Zdroj použitých ilustrací buněčných typů: <http://biodidac.bio.uottawa.ca>.



Opakování – řešení pro pedagoga

Název: Ekologie mikroorganismů: role virů a bakterií v přírodě

1) Zopakuj si základní informace. Vyplň dle zadání následující křížovku:



„CH“ vyplňuj jako dvě písmena. Tajenku čti vodorovně odshora dolů v pořadí žlutá – růžová – zelená.

Created on TheTeachersCorner.net Crossword Maker

Vodorovně

4. vnitřní mitochondriální membrány (**kristy**)
5. obaluje buňku (**membrána**)
7. optická pomůcka mikrobiologa (**mikroskop**)
8. virus napadající bakterie (**bakteriofág**)
10. holandský objevitel bakterií (**leeuwenhoek**)
12. základní jednotka života (**buňka**)
16. organely obsahující chlorofyl (**chloroplasty**)
18. rozklad organických látek (**mineralizace**)
19. přepis genetické informace (**transkripce**)
20. tvor žijící na úkor jiného (**parazit**)
21. sekundární struktura DNA (**šroubovice**)

Svisle

1. biogenní prvek (**dusík**)
2. řídící organela eukaryotické buňky (**jádro**)
3. strukturně menší typ buňky (**prokaryotní**)
4. uskupení bakterií na kultivační misce (**kolonie**)
6. vnitřní obsah buňky (**cytoplazma**)
8. druhová rozmanitost života (**biodiverzita**)
9. dusíkatá báze párující s cytosinem (**guanine**)
11. tvorba organických sloučenin za pomoci světla (**fotosyntéza**)
13. rodový název bakterie E. coli (**escherichia**)
14. nemoc vyvolaná bakterií Corynebacterium diphtheriae (**záškrť**)
15. nukleotidový triplet (**kodon**)
17. jednobuněčná eukaryota (**protista**)
22. organely buněčného pohybu (**bičíky**)

Doplň tajenku a zaměř se na termíny, které obsahuje. Co bys o nich řekl(a)?

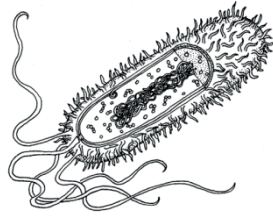


m i k r o o r g a n i s m y j a k o s y m b i o n t i

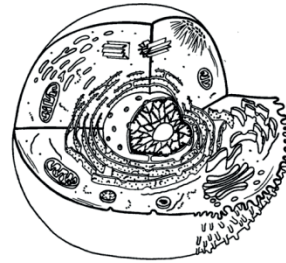


Pro pochopení významu role a funkce mikroskopických organismů v přírodě je třeba si zopakovat, co oba pojmy vlastně znamenají:

2) Z hlediska struktury existují **2** typy buněk, a to buňky:

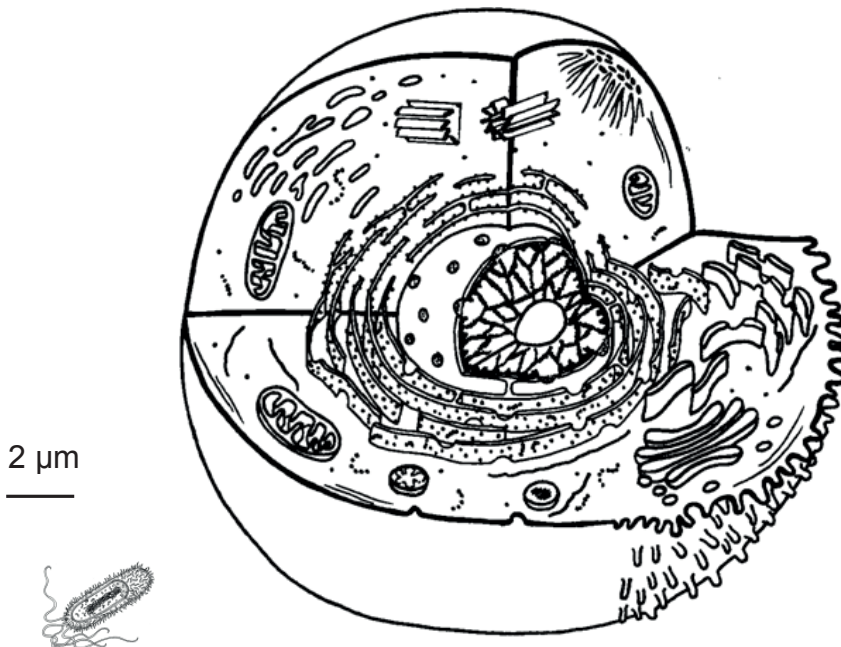


PROKARYOTNÍ



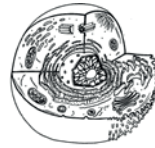
EUKARYOTNÍ

Tato obecně používaná schémata jsou sice dostatečná pro ilustraci základních rozdílů ve vnitřní stavbě buňky, zcela ovšem opomíjí rozdíl, který je nezbytný pro skutečné pochopení odlišnosti obou buněčných typů – relativní velikost. Tu lze vyjádřit přibližně následovně:





3) Popiš, co lze u obou typů buněk pozorovat (struktury, organely):



1 kruhová molekula DNA

ribozomy

cytoplazma

bičíky

membránou ohraničené jádro s chromozomy

endoplazmatické retikulum

Gilgiho aparát

ribozomy

mitochondrie

X plastidy

lyzozomální váčky

vakuoly

cytoplazma

cytoskelet

bičíky

4) Co můžeš na základě takového porovnání o obou buněčných typech říci?

Buňka eukaryotní je na rozdíl od buňky prokaryotní velmi strukturovaná a její vnitřní objem je členěn membránami. Obsahuje velké množství organel a její velikost je řádově větší.

5) Mezi nejznámější typy vzájemných interakcí mezi organismy patří parazitismus, komenzálismus a mutualismus. Popiš, v čem spočívá princip každého z nich. Uveď příklad(y):

PARAZITISMUS je

takový způsob blízkého soužití dvou nebo více organismů, v němž jeden z nich (parazit) ze vztahu těží výhody, zatímco druhý (hostitel) na něj doplácí. Parazit jej obvykle nezabíjí přímo, ale snižuje jeho biologickou zdatnost (fitness).

KOMENZÁLISMUS je

takový způsob blízkého soužití dvou nebo více organismů, kdy jeden z nich (komezál) má ze vztahu prospěch, zatímco druhý není vztahem nijak významně ovlivněn (jeho biologická zdatnost se nesnižuje).

MUTUALISMUS je

takový způsob blízkého soužití dvou nebo více organismů, kdy oba z nich (většího nazýváme hostitelem, menšího symbiontem) mají ze vztahu prospěch. Biologická zdatnost obou partnerů se zvyšuje.



Společným jmenovatelem těchto tří způsobů vzájemného ovlivňování je ve všech případech **blízký** kontakt partnerů, ilustrující princip **úzkého soužití** v těsném kontaktu (na rozdíl třeba od predace). Parazitismus, komenzálismus i mutualismus jsou tedy specifické případy **symbiózy**, která je definovaná jako jakékoli úzké soužití dvou či více organismů. Symbióza proto není synonymem pro mutualismus.

Z toho plyne, že symbiontem je jakýkoli organismus, žijící s druhým v těsném kontaktu. Z takové definice je zřejmé, že **typickými symbionty** musí být vzhledem ke své zanedbatelné velikosti, která jim takový způsob soužití velmi usnadňuje, právě **mikroorganismy**. S tím též souvisí to, že vzhledem ke své velikosti jsou mikroorganismy **všudypřítomné**, a tudíž představují na první pohled sice neviditelný, přesto však zcela zásadní ekologický faktor. Ekosystémy jsou na jejich přítomnosti a působení zcela odkázané.

* Křížovka viz <http://worksheets.theteacherscorner.net>.

** Zdroj použitých ilustrací buněčných typů: <http://biodidac.bio.uottawa.ca>.



Ekologie mikroorganismů – role virů a bakterií v přírodě

Mgr. Halka Lhotská



www.otevrenaveda.cz



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ