

MODERNÍ POHLED NA VYŠŠÍ SYSTEMATIKU EUKARYOT

(úlohy k tématu)

Petr Šíma, Tomáš Macháček



živa

Elektronická příloha k článku *Proměny vyšší systematiky eukaryot a její odraz ve středoškolské biologii* (Živa 2016, 1: 27–30). Dokument je dostupný v on-line archivu časopisu Živa na ziva.avcr.cz.

Část úloh převzata z publikace *Sbírka atraktivních úloh z biologie problematických skupin organismů* (dostupná na www.gybot.cz/data/m/U/l/ulohy-z-biologie-problematicky.pdf).

OBEČNÁ ČÁST: BIOLOGICKÁ SYSTEMATIKA

(1) Binomická nomenklatura stanovuje, že se názvy organismů sestávají ze dvou slov: rodového a druhového jména. Toto dvouslovné označení je u běžných organismů zpravidla používané i v češtině, nicméně pro všechny organismy musí nutně existovat především jeho latinská varianta. Proč tomu tak je, jaký mají latinské názvy organismů praktický význam?

(2) S tříděním a uchováním informací o systematice organismů nám pomáhají nejrůznější databáze, z nichž velká část je dnes dostupná on-line. Asi nejpopulárnější českou databází dostupnou široké veřejnosti je portál www.BioLib.cz. V uvedené databázi vyhledejte následující organismy a doplňte do následující tabulky chybějící údaje.

Organismus	Čeleď	Řád	Třída	Kmen/oddělení ¹
Štítovka hlížečkatá (<i>Pluteus semibulbosus</i>)				×
Talovín zimní (<i>Eranthis hyemalis</i>)				
Paka nížinná (<i>Cuniculus paca</i>)				

(3) Latinské názvy organismů mohou kromě rodového a druhového jména obsahovat ještě další informace. Zjistěte s pomocí literatury či na internetu, jaký organismus nese vědecké jméno *Parus major* Linnaeus, 1758 a jakou informaci nám o něm poskytuje podržená část názvu.

(4) Znalost latinských názvů organismů je nezbytná pro vědce, nicméně i nebiologům může být občas prospěšná. Může nám například poodhalit původ triviálních chemických názvů některých látek získávaných z přírodních zdrojů. Pokuste se s využitím literatury či internetu vypátrat, z jakých organismů se získávají látky uvedené v tabulce na následující straně a jaký mají pro člověka význam.

¹ Kategorie *kmen* se používá v zoologickém systému, kategorie *oddělení* v botanickém systému.

Tabulka k úloze (4):

Název látky	Latinský název organismu	Český název organismu	Význam / využití látky
Amanitin			
Hirudin			
Kolchicin			
Nikotin			
Penicilin			

(5) Významným milníkem ve vývoji biologických věd byl v 17. století objev mikroskopu. Vyhledejte v literatuře či na internetu jména dvou mužů, kteří se o tento vynález zasloužili.

(6) Ve 20. století byl sestaven tzv. elektronový mikroskop, který posunul možnosti biologů při studiu struktury buněk. To významným způsobem napomohlo rozvoji systematiky. Zjistěte s pomocí literatury či internetu:

a. V čem spočívá hlavní rozdíl mezi světelným a elektronovým mikroskopem (princip vzniku obrazu, možnosti zvětšení)?

b. Jaké dva základní typy elektronových mikroskopů se rozlišují? Který z nich je podle vás vhodnější pro studium vnitřní struktury buněk a proč? Jaké znaky díky němu můžeme pozorovat?

(7) „Tradiční“ a „nová“ systematika eukaryotických organismů se od sebe na první pohled výrazně liší. Vyjádřete vlastními slovy (s využitím tabulky), v čem jsou tyto přístupy odlišné.

Ke srovnání	Tradiční systematika	Nová systematika
Znaky organismů důležité pro tvorbu taxonů		
Nejvyšší taxonomické kategorie		
Užívání para-fyletických taxonů		
Přehlednost, srozumitelnost, stabilita		

SPECIÁLNÍ ČÁST: BIOLOGIE VYBRANÝCH PROTISTNÍCH SKUPIN

(1) Na základě výsledků především molekulárně fylogenetických analýz v současnosti rozeznáváme pět superskupin. Asi nejlépe prozkoumané jsou superskupiny Opisthokonta a Archaeplastida, jelikož v sobě zahrnují tradiční říše živočichů a hub, resp. rostlin. Vyškrtněte z následující nabídky vlastnosti, které danou superskupinu necharakterizují:

- a. **OPISTHOKONTA**: syntéza chitinu, amébovitý pohyb pomocí pseudopodií, jednojaderné cysty, tlačný bičík, zásobní látka laminaran, ploché mitochondriální krysty.
- b. **ARCHAEPLASTIDA**: buněčná stěna z celulózy, dvě centrioly, zásobní látka škrob, primární plastid s chlorofylem *a*, ventrální žlábek s bičíkem pro příjem potravy.

(2) I vědci jsou jen lidé a mohou při svých úvahách či analýzách chybovat, a tak dojít k mylným závěrům. Vyšší systematika eukaryot takové velké omyly v posledních 30 letech zažila přinejmenším dva. V obou případech šlo o převratné objevení nové „říše“, jejíž existence však byla postupem času zpochybněna, až „říše“ zanikla. Doplňte k charakteristikám v tabulce názvy těchto říší, jejichž vzestup a pád jsme mohli v poslední době sledovat.

	Říše zahrnující anaerobní amitochondriální eukaryota, primitivní relikt z doby, než eukaryota získala mitochondrii. Byly sem řazeny např. giardie, trichomonády nebo hmyzomorky.
	Říše zahrnující všechny eukaryotické organismy nesoucí sekundární plastid vzniklý pohlcením ruduchy, tedy např. hnědé řasy, nálevníky, výtrusovce, dírkonošce, skrytěnky, slunivky aj.

(3) Lidská onemocnění způsobená exkaváty jsou rozšířená zejména v tropech. K jejich šíření jsou často zapotřebí krevsající členovci. Někdy stačí, aby se z výkalů nakaženého tvora přenesly cysty na lidskou potravu. Jindy mohou tito paraziti přecházet přímo z člověka na člověka. Onemocnění způsobená exkaváty mohou mít různé projevy. Přečtěte si následující klinické obrazy pacientů a do tabulky uveďte, o jaká onemocnění se jedná, které exkavátní organismy je způsobují a jaký je způsob přenosu těchto infekcí.

A) V akutní fázi se projevuje horečkou, otoky v místě vpichu, zánětem srdečního svalu. Chronická forma postihuje zánětem mozkové pleny, nervy, střevní stěnu a srdeční svalovinu. Může se objevit vypadávání vlasů a vousů – přenašeči se proto říká španělsky barbero = holič.

B) Bolestivý otok v místě vpichu, záchvaty horeček, bolesti hlavy a kloubů, zvětšení uzlin. Po průniku do mozku způsobuje zmatenost, záchvaty únavy a těžkou malátnost. Chvilu, kdy pacient upadá do hlubokého komatózního spánku, jsou střídané obdobími nespavosti.

C) Způsobuje zánět pochvy a močové trubice. U žen se může projevit řídkým, zpěněným, zásaditým a nasládlým poševním výtokem. Mimo to způsobuje zduření a zrudnutí poševního vchodu a jahodové zbarvení poševní sliznice. U mužů je projev nemoci obecně mírnější či bez příznaků.

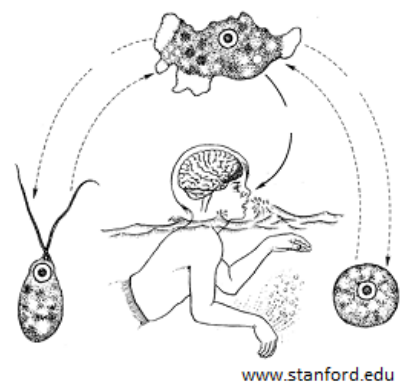
D| Vodnaté, páchnoucí průjmy, plynatost, bolest v nadbříšku, nevolnost, ve stolici zvýšené množství hlenu a tuku. Parazit přilne k buňkám sliznice tenkého střeva pomocí přísavných disků, pinocytózou přijímá živiny z tráveniny.

E| V místě vpichu se vytvářejí veliké vředy, jež praskají a těžko se spontánně hojí. V kůži poté zůstává trvalá jizva. Jiné formy onemocnění mohou postihovat i sliznice a vnitřní orgány.

Obraz	Onemocnění	Původce	Způsob přenosu
A			
B			
C			
D			
E			

(4) Exkavátní organismy mohou být zodpovědné za vážná lidská onemocnění i mimo tropické oblasti. V Československu v letech 1962–1965 zemřelo na tzv. primární amébovou meningoencefalitidu 16 mladých lidí, které spojovalo koupání ve Vrbenského plaveckém bazénu v Ústí nad Labem. Přečtěte si následující krátký text a poté zodpovězte doplňující otázky.

Původcem primární amébové meningoencefalitidy (PAM) je organismus zvaný Naegleria fowleri ze skupiny Heterolobosea (Excavata). Ve svém životním cyklu střídá dvoubičíkaté stadium, měňavkové (amébové) stadium a stadium cisty. Jedná se o termofilní sladkovodní organismus, který snáší teploty až do 45 °C. Může žít volně i paraziticky, označuje se proto jako tzv. amfizoická améba („vedoucí dvojí život“). Při infekci člověka proniká sliznicemi a nejkratší možnou cestou migruje do mozku, přičemž cestou fagocytuje nervovou tkáň.



www.stanford.edu

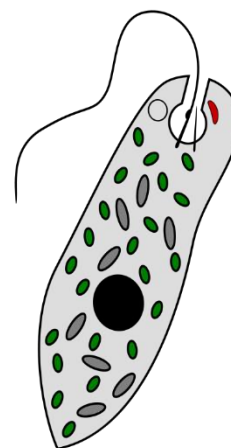
- Kudy proniká *Naegleria fowleri* do těla? Napovíme, že cestou likviduje smyslová čidla, která jsou výběžky neuronů, končících přímo v mozku.

b. Které stadium je zodpovědné za poškození nervových buněk, protože je schopné fagocytózy? Pojmenujte ho a označte v obrázku.

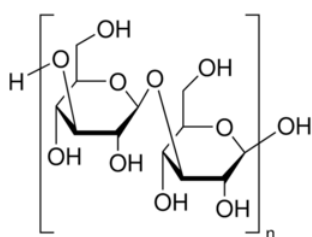
c. Co mohlo být ve zmíněném ústeckém bazénu opakovaným zdrojem nákazy? Jaká další místa či lidské činnosti mohou být stran nákazy *Naegleria fowleri* riziková?

(5) Doplňte text o výživě krásnooček, neparazitických zástupcích exkavát.

Asi třetina známých krásnooček fotosyntetizuje. Jejich chloroplasty vznikly procesem sekundární _____, tedy velmi komplikovaným a dosud neobjasněným procesem, který lze zjednodušeně popsat tak, že jejich předek pohltil eukaryotickou fotosyntetizující řasu a nechal si ji uvnitř buňky, aniž by ji strávil. Stejně jako zelené rostliny mají krásnoočka ve svých chloroplastech chlorofyly ____ a _____. Fotosyntézu preferují, proto se pohybují ve směru přicházejícího světla, tedy pomocí pozitivní _____ (typ pohybu). Pro vnímání světla mají ve světločivné skvrně (tzv. _____) a také v bičíku červený pigment ze skupiny flavoproteinů.

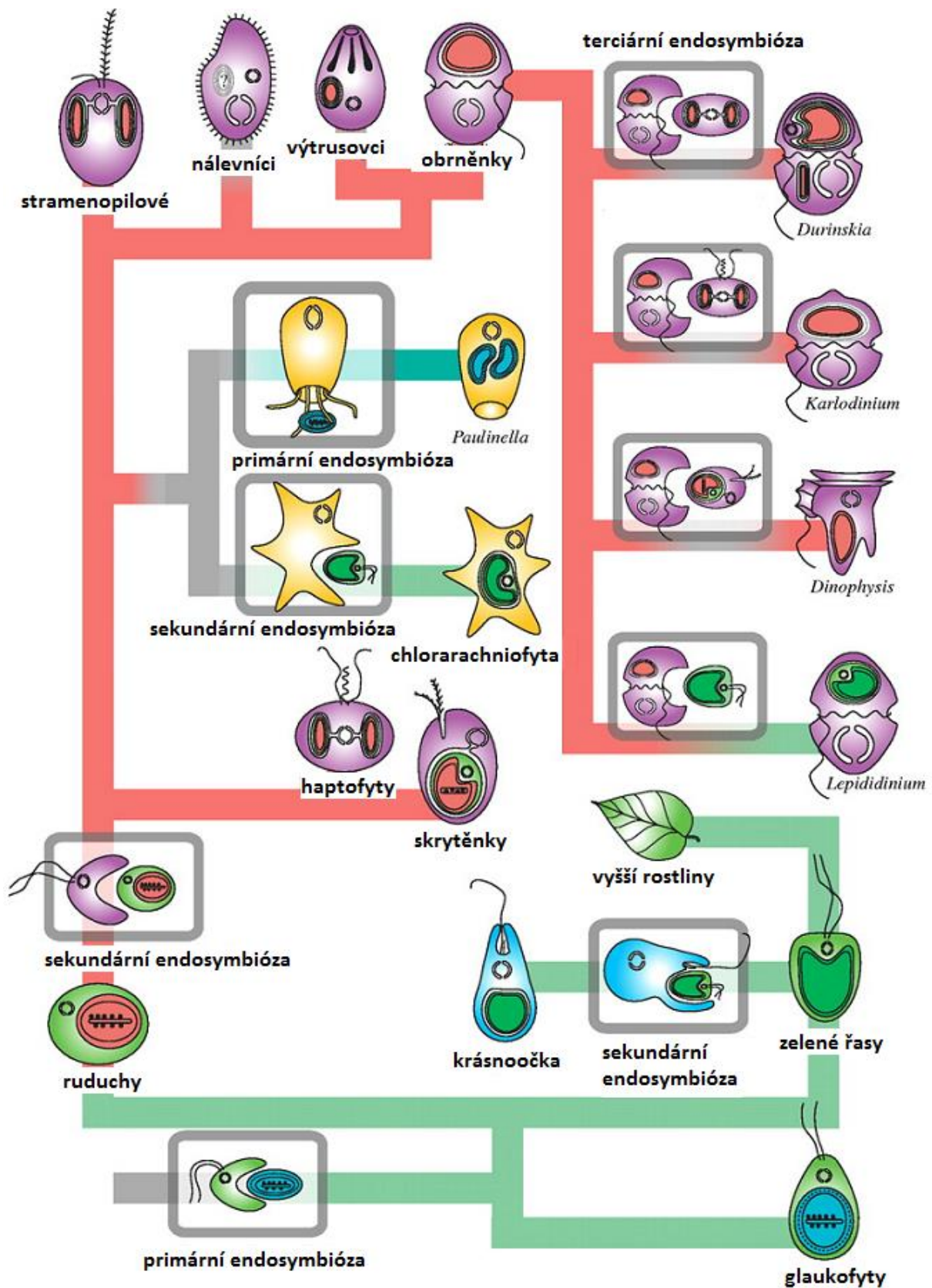


Pokud má krásnoočko dostatek organických živin a nemá možnost fotosyntetizovat, rozpadá se vnitřní struktura chloroplastů (zanikají _____, tvořené vnitřní membránou). Tak se poté krásnoočka mohou živit _____ (způsob výživy). Tento smíšený způsob výživy, kdy se kombinuje autotrofie a výživa pomocí organických látek, se nazývá _____. Součástí chloroplastu jsou také velká proteinová tělíska, zvaná pyrenoidy, která jsou tvořena enzymem _____, který v sekundárních dějích fotosyntézy fixuje CO_2 . Jako zásobní látka se u krásnooček neukládá _____, jako u rostlin, ale paramylon (na obrázku), což je sice také polysacharid tvořený molekulami _____, ale jinak vázanými.



Pokud už za sebou máte nějaké základy biochemie, nebude pro vás jistě podle obrázku problém odhalit 2 rozdíly mezi paramylonem a zásobní látkou rostlin. Jednak jsou monomery vázány mezi uhlíky 1 a ____ a jednak je poloacetalový hydroxyl (první OH-skupina, která monomery spojuje) v uspořádání _____.

(6) Pozorně si prostudujte následující schéma vzniku plastidů u organismů, zaměřte se hlavně na zástupce skupiny SAR:



(Schéma převzato z publikace Keeling 2010 a upraveno.)

Nyní s využitím schématu odpovězte na následující otázky.

- a. Která skupina řas stojí za vznikem plastidu většiny fotosyntetizujících SAR?
- b. Jaké mají fotosyntetizující zástupci SAR chlorofyly? Který z chlorofylů je se společným předkem s rostlinami?
- c. U které skupiny SAR došlo ke ztrátě fotosyntetické funkce plastidu?
- d. U které skupiny došlo k zániku plastidu úplně, ale podle přítomnosti některých genů v jádře lze usuzovat, že v evoluci sekundární plastid měla?
- e. Pro kterou skupinu je typická terciární endosymbióza a jak k ní došlo?
- f. Můžeme říct, že jsou všechny organismy se sekundárními plastidy monofyletické (monofyletická skupina zahrnuje všechny potomky jednoho společného předka)? Proč?
- g. Proběhla primární endosymbióza plastidu jedinkrát v evoluci?

(7) Superskupina SAR skrývá spoustu skupin, které si morfologicky nejsou moc podobné. Přesto lze základní skupiny dobře odlišit. Podle následujícího dichotomického klíče přiřadte skupiny SAR (dírkonošci, chaluhy, mřížovci, nálevníci, obrněnky, rozsivky, řasovky, výtrusovci, zlativky) k písmenům A až J, jednu skupinu musíte umístit 2×. Znaky popisují průměrného, většinového zástupce, ne výjimky.

1. a) buňky obsahují sekundární nebo terciární chloroplasty, fotosyntetizují2
b) bez chloroplastů, heterotrofové5
2. a) stélka pletivná, případně vláknitá, mořské makroskopické organismy(A)
b) stélka jednobuněčná, případně koloniálně žijící buňky.....3
3. a) stélka kokální, bez bičíků, buňka ve dvoudílné schránce z SiO₂ (B)
b) stélka monadoidní, se 2 bičíky.....4
4. a) buňky často pokryté celulózními destičkami, případně pouze měchýřky pod povrchem buňky, zásobní látkou je škrob (C)
b) buňky nahé, případně v lorice z celulózy, nebo chitinu, zásobní látkou je laminaran(D)

5. a) paraziti6
b) volně žijící skupiny7
6. a) žijí na rostlinách i živočišných, životní cyklus obsahuje dvoubičíkaté zoospory, zásobní látkou je laminaran, vytváří mycelium (E)
b) nitrobuňčiční živočišní paraziti, některá stádia mají apikální aparát pro uchycení se na sliznicích, v životních cyklech časté nepohlavní rozmnožování (např. rozpad – schizogonie)..... (F)
7. a) schránka, mořské skupiny.....8
b) bez schránky, sladkovodní i mořské9
8. a) schránka z uhličitanu vápenatého(G)
b) schránka z oxidu křemičitého(H)
9. a) buňky s 2 bičíky, často pokryté celulózními destičkami, případně pouze měchýřky pod povrchem buňky (I)
b) buňky pokryté množstvím synchronně fungujících bičíků – tedy brvami (J)

A		F	
B		G	
C		H	
D		I	
E		J	

(8) Přečtěte si článek ze serveru osel.cz o hlenkách:

Hlenky a jejich důmyslná strategie přežití

Již samotný název kmenu Mycetozoa – česky hlenky, slovensky slizovky, německy Schleimpilze, anglicky slime mold – pravděpodobně jen u málokoho, kromě zainteresovaných biologů, vyvolá větší zájem, či dokonce nadšení. Zvláštní slizovité útvary, které tyto organizmy tvoří například na vlhkém rozkládajícím se dřevu nebo na povrchu humózní půdy, považují mnozí za odpudivé. Příroda ale naštěstí není antropocentrická a rozhodujícím je účel umožňující přežití a předání genů do další generace.

Podívejme se blíže na život akrázie (buněčné hlenky) druhu Dictyostelium discoideum (slovenský název: slizovníček obyčejný). Jde o mikroorganismus, který biologové zařadili mezi modelové druhy, a tak je dobře prozkoumán. V roce 2005 byl zmapován celý jeho genom. Tato hlenka (a asi 100 dalších podobně žijících druhů řádu Dictyosteliales) žije ve fázi svého vegetativního života jako samostatná nezávislá měňavkovitá buňka v půdách s rozkládajícím se organickým materiálem prakticky všude v příhodných klimatických zónách. Ve svém prostředí vyhledává a požívá zejména bakterie a mezi oblíbené pochoutky patří známá Escherichia coli. V laboratořích vědci zjistili, že na to, aby se jedna buňka hlenky rozdělila, musí pohltnout asi 1000 buněk bakterií.

Samozřejmě, že jednotlivé buňky v půdě žijících hlenek běžně nevidíme. Ta zvláštní slizovitá kupka, jež se vytvoří na povrchu, svědčí o vyčerpání zdrojů potravy na daném místě. A to je signál k přesunu na vhodnější a úživnější lokalitu. Jenže stěhujte se na větší vzdálenosti, když jste mikroskopickou buňkou. Evoluce si ale i u těchto „primitivních“ forem života vyhrála a našla vsutku fascinující řešení. Když hlenky začnou hladovět, spustí poplach a vysílají signály SOS v podobě molekul cyklického adenosinmonofosfátu (cAMP). Buňka, která signál zachytí, ho začne předávat dál a tak chemický vzruch tvoří doslova vlny šířící

se prostředím. Signál by se dal do lidské řeči přeložit: Pojdme se spolu zachránit! Buňka nejen odkaz pošle dál, ale začne se přesouvat k místu, odkud přichází a kde se sejde někdy až 100 tisíc jedinců.

A tak se hlenky *Dictyostelium discoideum* seskupí do shluků tisíců, desetitisíců až jednoho statisíce buněk. Chemický signál SOS ale způsobí i výrazné proměny – hlenky své některé geny zapnou a jiné vypnou. Ve společenství původně autonomních buněk dojde k jakési dělbě práce umožňující koordinovanou činnost celku. To, co hlenky předvedou, je vskutku fascinující – vytvoří doslova mnohobuněčný organismus, jehož různé části mají různé funkce a navíc procházejí 56 dalšími změnami. Zpočátku, ještě pod povrchem půdy, se vytvoří „slimák“, podobný tomu, kterého známe z lesů. Tento hlenčí slimák reaguje na teplo a světlo, jež ho vyvedou na povrch. Když „slimák usoudí“, že se doplazil k povrchu a tedy je v cíli, nastává jeho další proměna – vytvoří plodnici v podobě stonku uchyceného k podkladu a zakončeného hlavičkou plnou nestravitelných spor. Ty roznáší déšť, vítr a zvěř na vzdálenější, pro jednobuněčný organismus vlastními silami nedosažitelná, místa.

U hlenek biologové hledají odpovědi na celou řadu otázek. Nakolik jsou ty tisíce buněk v slimákově geneticky příbuzné, která mezi nimi probíhá selekce na ty, jež se „obětují“ v zájmu jiných a vytvoří obranný systém, nebo nosný neplodný stonek pro ty, které se vnesou do výšky a změní ve spory se šancí na další existenci a rozmnožování. Které buňky a proč se chovají altruisticky.

Vědci chtěli ověřit správnost předpokladu, že buňky, které začínají hladovět jako první a tedy mají nejméně energetických zásob, jsou ty, jež se obětují v zájmu přežití svých příbuzných a vytvoří neplodný stonek. Jsou to právě ty hlenky, které zahájí poplach a vyšlou první signál ke spolčování. Jejich soukmenovkyně, podřizující se volání na stavbu „Noemovy archy“ záchrany – tedy k vytvoření slimáka – v tom čase ještě hladovět nemusejí (ale chemický signál je předzvěstí, že se hladomor blíží). Je vcelku logické očekávat, že dříve hladem trpící buňky altruisticky vytvoří spíše stonek, než spory, protože takové řešení jim nabízí alespoň malou naději na únik před i tak jistou smrtí.

Celá sada různých experimentů s koloniemi sestavenými z geneticky odlišných klanů hlenek, ve kterých měly mikroorganismy předepsanou selektivní dietu, přinesla překvapení – opak je pravdou! Když hlenky vytvořily finální útvar se stonkem nesoucím spory, fluorescenční značky odhalily, že první vyhladověné buňky vytvořily mnohem více spor, než by se podle logické úvahy „slabší ustoupí“ dalo očekávat.

Upraveno podle: www.osel.cz/index.php?clanek=5148

Vyberte výroky, které z textu vyplývají:

- Hlenka *Dictyostelium discoideum* je modelový eukaryotický organismus s kompletně zmapovanou sekvencí nukleotidů v DNA.
- Hladovějícím buňkám hlenek vysílají nehladovějící jedinci na pomoc cyklický adenosinmonofosfát (cAMP).
- Amébová stádia se živí fagocytózou prokaryotických organismů.
- Tvorbu plodniček a spor můžeme iniciovat na médiích bez přítomnosti bakterií.
- cAMP funguje jako shlukovací feromon, látka, kterou buňky používají v mezibuněčné komunikaci v médiu.
- Buňky, které začnou první hladovět a iniciují shlukování, vytvoří sterilní části plodničky.
- Mnohobuněčné „slimákovité“ stádium slouží k tomu, aby se buňky přelebením dostaly do prostředí bohatého na bakterie.

AUTORSKÉ ŘEŠENÍ ÚLOH

Obecná část

(1) Latinský název organismu slouží jako univerzální pojmenování srozumitelné vědcům po celém světě nehledě na jejich mateřský jazyk.

(2) Vyplněná tabulka:

Organismus	Čeleď	Řád	Třída	Kmen/oddělení
Štítovka hlížečkatá	štítovkovité	pečárkotvaré	stopkovýtrusé	×
Talovín zimní	pryskyřníkovité	pryskyřníkotvaré	dvouděložné	krytosemenné
Paka nížinná	pakovití	hlodavci	savci	strunatci

(3) Název označuje sýkoru modřinku. Podtržená část udává jméno vědce, který tento taxon popsal (v tomto případě jde o latinskou verzi jména Linné), a rok, kdy byl tento popis publikován.

(4) Vyplněná tabulka:

Název látky	Latinský název organismu	Český název organismu	Význam, využití
Amanitin	<i>Amanita phalloides</i>	muchomůrka zelená	smrtný jed
Hirudin	<i>Hirudo medicinalis</i>	pijavka lékařská	zabraňuje srážení krve
Kolchicin	<i>Colchicum autumnale</i>	ocún jesenní	mitotický jed
Nikotin	<i>Nicotiana tabacum</i>	tabák virginský	návykový alkaloid
Penicilin	<i>Penicillium chrysogenum</i>	štetičkovec žlutavý	antibiotikum

(5) Byli to především Anthony van Leeuwenhoek a Robert Hook.

(6a) U světelného mikroskopu se na tvorbě obrazu podílejí fotony, u elektronového mikroskopu elektrony. Světelný mikroskop standardně dosahuje zvětšení $10^3\times$, elektronový mikroskop až $10^6\times$.

(6b) Existují dva základní typy elektronových mikroskopů: transmisní (TEM) a skenovací (SEM). Pro studium vnitřní struktury buněk je vhodnější TEM. S jeho pomocí můžeme zkoumat řezy buňkami a pozorovat vzhled a uspořádání jejich jednotlivých vnitřních struktur a organel, tzv. buněčnou ultrastrukturu. SEM naopak zobrazuje povrch zkoumaných objektů, což je ve srovnání s TEM pro studium buněčné ultrastruktury méně přínosné.

(7) Vyplněná tabulka:

Ke srovnání	Tradiční systematika	Nová systematika
Znaky organismů důležité pro tvorbu taxonů	způsob výživy, možnosti pohybu, morfologické a anatomické znaky	buněčná ultrastruktura, sekvence nukleových kyselin a proteinů
Nejvyšší taxonomické kategorie	říše	domény, superskupiny
Užívání parafyletických taxonů	tolerováno	zavržováno
Přehlednost, srozumitelnost, stabilita	pracuje se známými taxony – větší přehlednost a srozumitelnost, zažitý systém – minimální změny	nově vytvářené taxony s obvykle jen latinskými jmény kladeny do nových vztahů – menší přehlednost a srozumitelnost, ve světle nových poznatků časté změny a aktualizace

Speciální část

(1) Pro Opisthokonta neplatí (= vyškrtnout): amébovitý pohyb pomocí pseudopodií, jednojaderné cysty, zásobní látka laminaran. Pro Archaeplastida neplatí: dvě centrioly, ventrální žlábek s bičkem pro příjem potravy.

(2) Archezoa, Chromalveolata/Chromista.

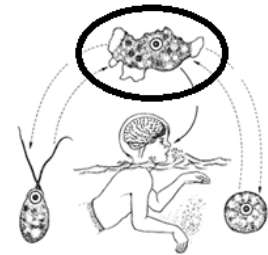
(3) Vyplněná tabulka:

Obraz	Onemocnění	Původce	Způsob přenosu
A	Chagasova choroba	trypanozoma americká	z trusu vektora (ploštice)
B	spavá nemoc	trypanozoma spavičná	sání vektora (bodalka tse-tse)
C	trichomoníáza	bičenka poševní	pohlavní styk
D	giardióza	lamblie střevní	kontaminovaná voda či potrava
E	leishmanióza	ničivky	sání vektora (koutule)

(4a) *Naegleria fowleri* do těla proniká nosní dutinou.

(4b) Měňavkové (amébové) stadium, obrázek vpravo.

(4c) *Naegleria fowleri* se nacházela v prostoru za obložení bazénu. Jinak jsou rizikové přirozeně oteplené vody, např. klimatizace, výpusti chladicího okruhu elektráren, termální prameny apod. Rizikový je kontakt kontaminované vody s nosní sliznicí, např. při koupání.



(5) Vynechaná slova: endosymbiózy – A – B – fototaxe – stigma – tylakoidy – heterotrofně – mixotrofie – RuBisCO – škrob – glukózy – 3 – beta.

(6a) Ruduchy.

(6b) Chlorofyly *a* (společný s rostlinami) a *c*.

(6c) Výtrusovci.

(6d) Nálevníci.

(6e) Obrněnky – endosymbióza „chromist“ nebo zelených řas.

(6f) Ne, došlo k ní minimálně 3× u nepříbuzných skupin (SAR, chlorarachniofyty, krásnoočka).

(6g) Ne, minimálně 2x (zelené rostliny a u rodu *Paulinella*).

(7) A chaluhy, B rozsivky, C obrněnky, D zlativky, E řasovky, F výtrusovci, G dírkonošci, H mřížovci, I obrněnky, J nálevníci.

(8) Z textu vyplývají výroky: a, c, d, e.

**Moderní pohled na vyšší systematiku eukaryot
(úlohy k tématu)**

Autoři: Mgr. Petr Šíma (Gymnázium Botičská, Praha)
Mgr. Tomáš Macháček (Katedra parazitologie PŘF UK)

Časopis ŽIVA | Praha, 2016