

**PŘÍPRAVY K VYUČOVACÍM HODINÁM PRO TÉMATA  
BIOLOGICKÁ SYSTEMATIKA + NOVÝ SYSTÉM EUKARYOT**

Libuše Turjanicová, Kateřina Mikešová



**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](http://ziva.avcr.cz).

## Příprava k vyučovací hodině na téma „Biologická systematika“

Jméno učitele:	Předmět:
Škola:	Třída:
	Datum:

### Téma VJ: Biologická systematika

#### Cíle VJ:

1. Žáci na základě charakteristiky monofyletického, parafyletického a polyfyletického taxonu zakreslí tyto typy taxonů do schématického kladogramu.
2. Žáci uvedou alespoň jeden případ fylogenetické analogie a homologie a vyvodí důvody vzniků těchto znaků.
3. Žáci na základě předložených skutečností vyvodí obecné závěry o tom, jak se měnil pohled na třídění organismů a jaké faktory ho ovlivňovaly.

Pojmy opěrné: –	Pojmy nově vytvářené základní:	systematika, taxonomie, fylogenetika, nomenklatura, analog, homolog, monofyletický taxon, parafyletický taxon, polyfyletický taxon
	Pojmy nově vytvářené doplňující:	kladogram, binomická nomenklatura

**Pomůcky:** prezentace „Biologická systematika“ v programu Prezi, „Moderní pohled na vyšší systematiku eukaryot“ (učební text pro žáky), pro každého žáka jednoduchý kladogram

**Didaktická technika:** interaktivní tabule nebo dataprojektor

ČAS	NAVRHOVANÝ PRŮBĚH	POZNÁMKY
10 min	<p><b>Úvodní motivace:</b> 5 min práce ve skupině, 5 minut diskuze nad zvolenými způsoby třídění</p> <p><i>Úkol pro studenty: Roztřídte následující organismy do skupin a vysvětlete, proč jste je tak roztřídili.</i></p> <p><i>Metodická poznámka: Práce bude probíhat ve skupinách, optimální počet žáků ve skupině je 2–3. Je vhodné s žáky nejprve jednotlivé vyobrazené zástupce pojmenovat.</i></p> <p>Organismy se dají roztřídit podle mnoha hledisek, uvádíme několik příkladů: vymřelé × žijící; vodní (mořské, sladkovodní) × suchozemské; schopné letu × neschopné letu; mnohobuněčné × jednobuněčné × nebuněčné; schopné fotosyntézy × bez fotosyntetických pigmentů...</p> <p>Je jisté, že žáci mohou přijít i s mnoha dalšími nápady. Cílem této aktivity je ukázat, že třídění organismů není striktně dané a že záleží na kritériích, která si pro třídění stanovíme.</p>	

<p><b>10 min</b></p>	<p><i>Otázka: Proč se lidé odedávna snaží organismy třídit? Odpověď: První třídění bylo prováděno čistě z praktického hlediska, například roztrždit organismy na jedovaté, jedlé. Na základě znalostí o skupině lze odhadnout, jaké vlastnosti mají její další členové, které sdružuje.</i></p> <p><b>Historický vývoj v pohledu na třídění organismů</b> Zdůraznit, že během historického vývoje se pohled na třídění organismů měnil. Časová osa pomůže zasadit do historického kontextu.</p> <p><i>Metodická poznámka: V rámci mezipředmětových vztahů lze s žáky diskutovat společenskou situaci, ve které jednotlivé teorie třídění vznikly. Antické Řecko otevřené filozofii a přemýšlení nad původem člověka a jeho úkolu na Zemi, dlouhá doba středověku upínajícího se pouze k víře v Boha a k životu po smrti, renesance s prvními zámořskými plavbami, které přiměly lidi přemýšlet nad pravdivostí církevních dogmat, jako reakce na vysoce nábožensky mystické baroko vznik rozumového osvícenectví a klasicismu (odtud pramenící snaha o katalogizaci, kterou prováděl Linné), také vliv průmyslové revoluce, která výrazně ovlivnila soudobou společnost, snazší a rychlejší cestování, sociomorfní modelování projektované do pohledu na biosféru, navíc romantická touha po dobrodružství (Darwin) rychle postupující technický rozvoj (válečné konflikty ve 20. století a soutěž mezi Západem a Východem během Studené války), který přinesl nové metody (Hennig).</i></p> <p><b>Aristoteles</b> – nejjednodušší třídění podle přítomnosti, nebo absence krve (Anaima x Enaima). <b>Linné</b> – zavedl binomickou nomenklaturu.</p> <p><i>Metodická poznámka: Jako zajímavost lze uvést, že se nepoužívá pro nebuněčné organismy.</i></p> <p>Dělení organismů podle pozorovatelných znaků, maximálně znaků pozorovatelných ve světelném mikroskopu.</p> <p><i>Metodická poznámka: Pomůckou pro pochopení může být přirovnání k v lidské společnosti fungujícímu jménu a příjmení. Např. Jakub Král. Rodina (neboli rod) Králů může být celkem rozsáhlá, ale i tak je již vymezena oproti jiným rodinám, pokud bychom chtěli jednoho určitého člena, stačí přidat křestní jméno (druhé jméno).</i></p> <p><b>Darwin</b> – evoluční teorie sepsaná v díle O původu druhů. Formuloval ji na základě 5 let trvající cesty kolem světa (viz mapa cesty lodi Beagle). Podobnost organismů na základě vývoje ze společného předka. Třídění organismů na základě společných znaků a podle evolučního vývoje. <b>Hennig</b> – považován za zakladatele moderní systematiky – objevuje se termín kladistika.</p>	
----------------------	--	--

5 min	<p><b>Biologická systematika a 3 její dílčí obory</b>  Biologická systematika = vědecká disciplína zabývající se pojmenováním, popisem a tříděním organismů a jejich diverzity.</p> <p>Taxonomie – určení, popis třídění a zařazení organismů  Nomenklatura – pravidla pro pojmenovávání organismů  Fylogenetika – historický vývoj a vztahy mezi organismy</p> <p><i>Otázka: Jak byste graficky znázornili příbuznost mezi organismy?  Odpověď: Pomocí fylogenetického stromu (kladogramu).</i></p> <p><i>Metodická poznámka: Kladogram lze připodobnit k rodokmenu, který žáci znají ať již od šlechtěných domácích zvířat nebo šlechtických rodů.</i></p>	
5 min	<p><b>Typy taxonů a zakreslování do jednoduchého kladogramu</b>  Monofyletický taxon – společný předek a jeho potomci  Polyfyletický taxon – sběrná skupina nepříbuzných linií  Parafyletický taxon – společný předek, ale ne všichni jeho potomci</p> <p><i>Metodická poznámka: Rozdáme žákům jednoduchý kladogram (lze využít kladogram z prezentace) a žáci do něj zakreslí příklady monofyletického taxonu, polyfyletického taxonu a parafyletického taxonu.</i></p>	
5 min	<p><b>Analogie vs. homologie</b>  Problémy, na které systematici narážejí.</p> <p><i>Otázka: Co mají společného ptačí a motýlí křídlo?  Odpověď: Slouží k letu, ale vyvinula se z jiných struktur. Jedná se o analogii.</i></p> <p><i>Otázka: Co mají společného koňská přední noha, netopýří křídlo a lidská paže?  Odpověď: Kosti, které tyto končetiny vyztužují, mají stejný původ, pouze se během evoluce modifikoval jejich tvar, případně počet (viz ilustrační obrázek v prezentaci). Jedná se o homologní znaky.</i></p> <p><i>Žáci mohou vymyslet další příklady:  Analogie – žábra ryb a vodního hmyzu, komorové oko obratlovců a hlavonožců, atd.  Homologie – hmyzí končetina (různé varianty jako loupeživá, kráčivá, skákací atd.), trny kaktusů a listy rostlin, šupina žraloka a zub atd.</i></p> <p><i>Druhou variantou je krátká hra, při které vyučující jmenuje či promítá, pro lepší představu, příklady analogie a homologie, a nechává žáky rozhodnout, o jaké znaky se jedná.</i></p> <p><i>Otázka: Dokážete na základě informací o tom co je analogický znak vysvětlit, čím může být ovlivněn jejich vznik?  Odpověď: Během evolučního vývoje se předci obou nepříbuzných organismů dostali do podobného prostředí, nebo pod podobný selekční tlak.</i></p>	

<p><b>5 min</b></p>	<p><b>Dnešní pohled na systematiku</b></p> <p>Dnešní možnosti jsou větší než dříve. S vývojem elektronového mikroskopu, ale i molekulární biologie a bioinformatiky dokážeme i na první pohled nerozlišitelné organismy zařadit. Rekonstrukce příbuznosti na základě sekvencí genů či proteinů.</p> <p><i>Metodická poznámka: Lze zařadit otázku, jestli se rekonstrukce příbuznosti využívá i v běžné praxi. Žáci si jistě vzpomenou na testy otcovství, možnosti hledání příbuzných, genetické analýzy při hrozbě genetické poruchy atd.</i></p> <p>Dříve k fylogenetickým analýzám volena malá ribozomální podjednotka. Dnes voleno více genů.</p> <p><i>Otázka: Proč myslíte, že je vhodné při rekonstrukci fylogeneze vzít jako kritéria více znaků?</i>  <i>Odpověď: Posouzením více znaků se můžeme přiblížit v rekonstrukci fylogeneze bliž její skutečné podobě a získat přesnější výsledek.</i></p> <p>Na základě fylogenetické analýzy (70. léta 20. století) popsány 3 domény života: Bacteria, Archaea, Eukarya. Jednotlivé domény se mezi sebou liší například vnitřním uspořádáním buněk, organizací genetické informace a mechanismem její exprese.</p>	
<p><b>5 min</b></p>	<p><b>Shrnutí a zadání úkolu</b></p> <p>Musíme mít na paměti, že systematika je pomocná biologická věda (pomocná zdůraznit) a že třídění organismů vzniklo kvůli možnosti orientovat se v jejich rozmanitosti. Proto bychom se na systém jako takový neměli dívat jako zkomplikovaný soubor pravidel, který se musíme naučit, ale jako na pomocníka, který nám umožňuje lépe se v bohaté biodiverzitě orientovat. V neposlední řadě nesmíme zapomenout, že organismy lze třídit podle různých kritérií a jen na nás záleží, která si zvolíme.</p> <p><i>Metodická poznámka: Další hodinu lze zařadit výuku prokaryot, nebo dále pokračovat představením nového pojetí systému eukaryot. Pro upevnění znalostí či zopakování tématu je možné žákům zadat některé z úkolů, jež mají žáci uvedené ve svých učebních textech.</i></p>	

## Příprava k vyučovací hodině na téma „Nový systém eukaryot“

Jméno učitele:	Předmět:
Škola:	Třída:
	Datum:

### Téma VJ: Nový systém eukaryot

#### Cíle VJ:

1. Žáci vyjmenují charakteristiky říše Eukarya.
2. Žáci svými slovy popíší princip, na kterém je založena endosymbiotická teorie.
3. Žáci vysvětlí rozdíl mezi primárním a sekundárním plastidem.
4. Žáci zařadí vybrané zástupce organismů do jednotlivých superskupin.

<b>Pojmy opěrné:</b> systematika, fylogeneze, kladogram, autotrofie, heterotrofie, glykogen, chitin, plastid	<b>Pojmy nově vytvářené základní:</b> superskupina, primární plastid, sekundární plastid, endosymbióza, Opisthokonta, Amoebozoa, Archaeplastida, Excavata, Chromista
	<b>Pojmy nově vytvářené doplňující:</b> vzácná genomová změna

**Pomůcky:** prezentace „Nový systém eukaryot“ v programu Prezi, „Moderní pohled na vyšší systematiku eukaryot“ (učební text pro žáky), didaktická hra

**Didaktická technika:** interaktivní tabule nebo dataprojektor

ČAS	NAVRHOVANÝ PRŮBĚH	POZNÁMKY
5 min	<b>Úvodní motivace: Video Introduction of the protist</b> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=0-6dzU4qOJo">www.youtube.com/watch?v=0-6dzU4qOJo</a> – diverzita protist	
5 min	<b>Systém 3 říší</b> <i>Metodická poznámka: tuto část prezentace lze využít pro opakování, pokud pedagog po první prezentaci navázal výukou prokaryot. V případě že pokračuje ve výuce, lze využít slidy s <b>Bacteria</b> a <b>Archaea</b> jako motivační, příp. přejít rovnou k říši <b>Eukarya</b></i>  <i>Otázka: Jaké jsou základní znaky říše Eukarya?</i> <i>Odpověď: Jádro obalené jadernou membránou, těžší ribozomy, membránové organely, uložení genetické informace v lineárních chromozomech, cytoskelet založený na mikrotubulech, schopnost fagocytózy, velké buňky, introny v genech, mitotické dělení, meiotické dělení doprovázené rekombinací DNA</i>  <i>Metodická poznámka: Na schématu eukaryotické buňky žáci snadno popíší nejvýznamnější znaky. Je zde uvedena většina znaků říše Eukarya, zda je bude vyučující vyžadovat jejich znalost, je na jeho zvážení. Eukaryotická buňka bude probrána dále.</i>	

10 min

### Systematika (opakování) a molekulární fylogenetika

18. století dělení podle výživy organismů na rostliny a živočichy.

*Otázka: Vysvětlete, jak se od sebe liší autotrofní a heterotrofní způsob výživy organismů?*

*Odpověď: Autotrofní organismy získávají uhlík z anorganických látek a syntetizují si z něj uhlíkaté řetězce. Heterotrofní způsob výživy využívá organické látky vytvořené jinými organismy.*

V 19. století vyčleněna i protista. Objevena i díky vynálezu mikroskopu. Zajímavost: První mikroskop Holanďan Antonie van Leeuwenhoek již na přelomu 17. a 18. století.

*Metodická poznámka: V souvislosti s osobností Leewenhoeka lze do dalších hodin zařadit praktická cvičení na téma „Po stopách Leewenhoeka“ a stejně jako on objevovat krásu protist (a dalších mikroorganismů) pod mikroskopem.*

Houby součástí říše rostlin až do 70. let 20. stol. V 90. letech éra molekulární genetiky. Oblíbený gen malé ribozomální podjednotky.

*Otázka: Co je vlastně ribozom? A jakou má v buňce funkci?*

*Odpověď: Je to komplex RNA a proteinů zajišťující syntézu bílkovin. Ribozomy na základě informace, kterou dostanou z jádra prostřednictvím RNA, syntetizují z aminokyselin bílkovinné řetězce. Ribozomy jsou v každé živé buňce – výhoda pro tvorbu genetických analýz.*

*Metodická poznámka: Vyučující může ribozom připodobnit k výrobní lince, kdy na základě plánu od vývojářů (informace v jádře) se sestavuje např. automobil. Nebo k pletení šály, kdy podle návodu se mění vzor a barva šály.*

V 90. letech se vědci domnívali, že nejstarší jsou organismy, u nichž nebyla nalezena mitochondrie. Podle nich první eukaryoti mitochondrie neměli, neboť ty se do jejich buněk dostaly až později endosymbiózou s  $\alpha$ -proteobakterií.

A co je vlastně endosymbióza? *Viz video v prezentaci.*

*Metodická poznámka: Vyučující může využít video k vysvětlení vzniku mitochondrie a primárního plastid. Lze využít anglický komentář k videu nebo doprovodit vlastním výkladem s vypnutým zvukem.*

Mitochondrie, či jejich redukované nebo pozměněné verze (mitosom, hydrogenosom), byly nalezeny u všech organismů.

Abychom dokázali lépe rekonstruovat evoluční vývoj, je lepší využít více genů. V současnosti multigenové analýzy a využití vzácných genomových změn.

	<p><b>5 superskupin</b>  <i>Metodická poznámka: Ke každé skupině jsou vybráni typičtí zástupci. Biologie jednotlivých organismů v prezentaci není uvedena, aby si výklad mohl každý vyučující přizpůsobit na míru. Návrh výkladu biologie vybraných organismů je uveden v přípravě.</i></p> <p><b>3 min Opisthokonta</b>  Znaky skupiny: zásobní látka glykogen, 1 zadní tlačný bičík, chitin (buněčná stěna hub, oporné struktury živočichů)</p> <p><i>Otázka: I u člověka, který je také součástí superskupiny opisthokonta, můžeme nalézt zadní tlačný bičík, kde?</i>  <i>Odpověď: U mužských pohlavních buněk, spermií.</i></p> <p>Zástupci: živočichové, houby a jednobuněčné organismy (plísňovky, trubénky). Trubénky: jednobuněční, mohou vytvářet kolonie, vodní (slano, sladko), filtrátoři, bičík přihání potravu k límečkovitému útvaru.</p>	
<p><b>3 min</b></p>	<p><b>Amoebozoa</b>  <i>Metodická poznámka: Vyučující může pustit video pro přiblížení klasického měňavkovitého pohybu.</i></p> <p>Znaky skupiny: měňavkovité organismy s panožkami (pohyb, příjem potravy)</p> <p>Zástupci: měňavka velká (sladkovodní, volně žijící), měňavka úplavíčná (průjem, potenciálně i napadení jater), akantamoebie (možné napadení oka – zánět rohovky), vápenatka mnohohlavá (hlenka, složitý životní cyklus, ve kterém se střídají pohyblivá stadia a nepohyblivá plodnička).</p>	
<p><b>3 min</b></p>	<p><b>Archaeplastida</b>  Znaky skupiny: primární plastid (1,5 mld. let)</p> <p><i>Metodická poznámka: Připomenout video s endosymbiózou</i></p> <p>Zástupci: vyšší rostliny, zelené řasy, červené řasy, glaukofyty</p> <p><i>Otázka: Proč si myslíte, že červené řasy mají červené fotosyntetické pigmenty?</i>  <i>Odpověď: Červený fotosyntetický pigment dobře zachytí modrozelené světlo, to proniká nejlépe do hloubky mořskou vodou.</i></p> <p>Glaukofyty: sladkovodní mikroskopické řasy, zvláštní stavba plastidů (obaleny peptidoglykanem, pozůstatek sinicové buněčné stěny). Šroubatka: sladkovodní řasa, šroubovitě stočené chloroplasty, charakteristický způsob rozmnožování – spájení.</p>	
<p><b>3 min</b></p>	<p><b>Excavata</b>  Znaky skupiny: bičíkovci, často zvláštní mitochondrie, cytoskeletální korzet</p>	



	<p><i>Metodická poznámka: Připomenout, že dříve se vědci domnívali, že některé organismy bez mitochondrie, a právě tyto organismy se zvláštními mitochondriemi (mitosomy, hydrogenosomy) jsou součástí excavat.</i></p> <p>Zástupci: krásnoočko štíhlé (volně žijící, dříve dilema mezi autotrofií a heterotrofií), lamblie střevní (střevní parazit, způsobuje průjmý a dehydrataci, nákaza cystami ze znečištěné vody či potravy), trypanosoma spavičná (původce spavé nemoci v Africe, přenáší ji glossiny (mouchy tse-tse)), bičenka poševní (pohlavně přenosná choroba, muži většinou bezpříznakový, u žen může způsobit i neplodnost). Naegleria (měňavkovitý organizmus, teplá voda, nákaza při vniknutí vody do nosní dutiny, epidemie v Ústí nad Labem (meningoencefalitida)).</p>	
<p><b>3 min</b></p>	<p><b>Chromista (Chromalveolata)</b></p> <p>Znaky skupin: plastid s více než dvěma membránami, dnes již je zřejmé, že nejde o monofyletický taxon (více viz v článku v Živě 2016, 1: 27–30).</p> <p><i>Otázka: Jak mohl vzniknout plastid s více membránami?</i>  <i>Odpověď: Předci chromist během evoluce pohltit eukaryotickou buňku, která již plastid měla. V některých případech nalézáme i zbytky genetické informace tohoto pohlceného organismu. Jedná se o sekundární/ terciální plastid.</i></p> <p>Zástupci: hnědé řasy (rozsivky, chaluhy, zlativky) a obrněnky dírkonošci, mřížovci, nálevníci (trepka, vířenka) či výtrusovci</p> <p>Dírkonošci: mořští, vápenaté zdobené schránky, jejich schránky podíl na tvorbě hornin, podle nich se zkoumá stáří hornin</p> <p>Mřížovci: mořští, zdobené schránky z oxidu křemičitého, výzkum stáří sedimentů</p> <p>Trepka velká: nálevník, znečištěné vody (bioindikátor znečištění)  Vířenka konvalinková: nálevník, pomocí věnce brv nahání do buněčných úst potravu, znečištěné vody</p> <p>Zimnička (plasmodium): původce malárie, přenašeč komár rodu <i>Anopheles</i>, cyklicky se střídající horečky a zimnice</p>	
<p><b>10 min</b></p>	<p><b>Didaktická hra</b></p> <p><i>Metodická poznámka: Žáci mají za úkol roztřídit vybrané zástupce nejprve podle zažitého systému a poté je zařadit do systému 5 superskupin. Lze ji zadat jako domácí práci ve skupinách.</i></p>	

**Přípravy k vyučovacím hodinám pro témata  
Biologická systematika + Nový systém eukaryot**

Autoři: Mgr. Libuše Turjanicová (Katedra parazitologie PŘF UK)  
RNDr. Kateřina Mikešová (Katedra učitelství a didaktiky biologie PŘF UK)

Časopis ŽIVA | Praha, 2016