

Evoluce čili vývoj

Biologická evoluce - dlouhodobý samovolný proces, během něhož se mění vlastnosti současných druhů živých organismů, vznikají druhy nové (tzv. speciace) a další druhy zanikají (proces extinkce). Řídí se obecnými evolučními zákonitostmi, velkou roli v něm však hraje také náhoda.

První evoluční teorii představil na začátku 19. století Francouz **Jean-Baptiste Lamarck** (1744-1829). Jeho teorie předpokládala dědičnost získaných znaků hned na další generaci (genetickou paměť). Dnes víme, že na tomto principu evoluce u naprosté většiny organismů nepracuje. Lamarckismus, jak se směru říká, je tedy obecně považován za neplatnou teorii, ačkoli některé jeho principy se uplatňují v evoluci jednoduchých (převážně jednobuněčných) organismů.

Za pravého otce evoluční teorie je všeobecně považován Brit **Charles Robert Darwin** (1809-1882). Své poznatky z pozorování v přírodě (zejména z pětileté plavby kolem světa na lodi *HMS Beagle*) zpracoval do teorie, která byla knižně publikována roku 1859 ve známém spisu ***O původu druhů přírodním výběrem*** (tak se název obvykle překládá, ačkoli aktuální české vydání nese název *O vzniku druhů přírodním výběrem*). Evoluční biologie dodnes staví na jeho teorii a od doby její publikace se podařilo nalézt mnoho důkazů podporujících její správnost. Myšlenkovému směru založenému na Darwinově práci se podle jejího autora říká darwinismus. Obecně méně známý je fakt, že ke stejným závěrům jako Darwin dospěl v téže době i jiný významný britský přírodovědec **Alfred Russel Wallace** (1823-1913).

V biologické evoluci se uplatňuje několik zákonitostí, z nichž některé se mohou zdát na první pohled nelogické. Jednou z těchto zákonitostí je to, že evoluce je **neplánovaná, oportunistická**. Evoluce „nevidí dopředu“, a proto se podřizuje aktuální situaci – když v jednu chvíli bude pro mýru výhodné, aby měla křídla zbarvena dohněda a splynula tak s hnědou kůrou stromů, postupně se tak vyvine; když se později kůra stromů (např. kvůli látkám v prostředí) změní na šedou, mýry musejí projít další evoluční změnou, nebo budou sežrány, protože budou na nové barvě kůry snadno viditelné.

Dalším znakem evoluce je to, že vždy staví již na tom, co vybudovala (byť se dříve vzniklé znaky v nově nastanuvší situaci ukáží jako nevýhodné), nemůže se tedy „zpětně opravit“. Jako příklad může sloužit struktura komorového oka obratlovců: bylo by výhodnější, kdyby se nervová vrstva sbírající podněty ze sítnice nacházela za ní, nicméně je to právě naopak. Aby se signál dostal z oka do mozku, musí se posbírat do zrakového nervu, který oko opouští v místě známé slepé skvrny. Ta by v případě opačného pořadí vrstev nebyla potřeba a sítnice by tak mohla vyhodnocovat světelné



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

podněty na celé své ploše. Struktura však vznikla již dříve, kdy oko nebylo uzavřeno v komoru a umístění vrstev nehrálo roli, nicméně nyní už je na změnu pozdě.

To, že evoluce není náhodný proces a podobné situace řeší nápadně podobnými, avšak nikdy 100% shodnými řešeními, je možno doložit např. na nemnoha živočišných skupinách, u kterých se vyvinula schopnost aktivního letu: hmyz, ptakoještěři, ptáci i letouni (netopýři, kaloni a další) mají vyvinuta křídla, u každé z těchto skupin se však objevila nezávisle a neznačí to jejich příbuznost. Stejně tak žralok, delfín a ichtyosaurus jsou si navzájem celkovým zjevem díky přizpůsobení se podmínkám mořských vod velmi podobní.

Na přizpůsobení se jednoho znaku v rámci evolučně blízké skupiny lze rovněž dokumentovat postupný vývoj: všichni ptáci jsou si navzájem úzce příbuzní (úzce v širokém kontextu skupiny všech živočichů) a jedním z jejich společných a pro ně charakteristických znaků je zobák. Podíváme-li se na příklady toho, jakých různých tvarů, velikostí, barev a dalších vlastností však tento jeden znak může nabývat v návaznosti na evoluční tlaky, nepřekvapí nás již tolik informace, že ploutev velryby má z evolučního hlediska blíže k paži člověka, než k ploutvi sledě.

Darwin rovněž postuloval, že všechny současné druhy organismů mají **jednoho společného předka** (dnes známého pod zkratkou LUCA – Last Universal Common Ancestor) a postupným vývojem z něj se rozrostl strom života, na němž bychom našli všechny současné i historické a již vymřelé druhy organismů. Rekonstrukce tohoto stromu je jednou z největších výzev biologie jako takové a uplatňuje se při ní několik disciplín. To, co si většina lidí neuvědomuje, je fakt, že v případě živočichů jsou vazby druhů na jedné větvi velmi vzdálené od jiné větve. Tyto vazby jsou tím menší, čím dříve se větve od sebe oddělily. (Pro rostliny a některé jiné skupiny organismů, kde nové druhy vznikají i mezidruhovým křížením, to tak úplně neplatí a rekonstrukci stromu života to ještě ztěžuje; pro živočichy, jimž se program věnuje primárně, je však tento postulát platný.) Prvoplánová podobnost navíc bývá zavádějící – již dříve uvádění žralok, delfín a ichtyosaurus jsou si navzájem celkovým zjevem daleko podobnější, než delfín a kůň, přesto jsou kůň a delfín navzájem nejpříbuznější.

Nejdůležitějším principem darwinistické evoluce je **přírozený výběr (selekce)**. Ten zahrnuje několik dalších výběrů – přírodní (ekologický), pohlavní, rodičovský. Přírozený výběr probíhá vždy a zároveň pouze tehdy, jsou-li splněny tyto základní podmínky:

1. **Reprodukce (rozmnožování) s přebytkem potomků** – organismy se musí množit a potomků musí být více, než rodičů



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

2. **Kompetice (soupeření)** – v tomto případě jde o soupeření v rámci druhu, nikoli mezidruhové; jinými slovy – myš nesoupeří s kočkou, ale s dalšími myši v soutěži, kdo kočce uteče
3. **Proměnlivost (variabilita)** – ke skutečné kompetici může dojít jen tehdy, když se soutěžící budou od sebe lišit, jinak je výsledek vždy dílem pouhé náhody; proto je k průběhu evoluce potřeba, aby jedinci disponovali různými stupni rozvinutí svých vlastností (někdo je větší, jiný zase pohyblivější, třetí lépe vidí apod.)
4. **Dědičnost (heredita)** – vyselektovaní jedinci musí být schopni předat své výhodné vlastnosti (reálně tedy vlohy pro ně, protože se dědí právě ty, nikoliv přímo vlastnosti z nich vyplývající) další generaci

Krom již výše uvedeného můžeme odlišit např. **výběry tvrdý a měkký**. V případě tvrdého výběru je k přežití nutné splnit určitou hranici hodnoty znaku, např. počet červených krvinek pro efektivní transport kyslíku či dostatečná vitální kapacita plic. Oproti tomu při měkkém výběru se porovnávají kvality znaku v rámci populace, tzn. že jedinec nemusí splnit nějakou absolutní hodnotu, stačí, aby byl „lepší“ než ostatní – může tak nastat situace, kdy „mezi slepými jednooký králem“; např. ve stádu kopytníků není dáno, že zvíře musí umět běžet alespoň 60 km/h, aby přežilo, dokonce ani nemusí být rychlejší, než jeho predátor, stačí, když je rychlejší, než ostatní členové jeho skupiny, kteří tak skončí jako potrava dříve.

U kvantitativních (měřitelných, čísla popsatelných) znaků (celková hmotnost, délka zobáku atd.) lze přirozený výběr dělit podle směru, kterým působí:

1. **Disruptivní** – zvýhodňuje extrémní podoby znaku, čímž v konečném důsledku dává vzniknout dvěma novým druhům; např. extrémně malí jedinci určitého druhu nebudou napadáni predátory, protože by je dostatečně nezasytili, a extrémně velcí také ne, protože by je predátoři nepřemohli
2. **Stabilizující** – zvýhodňuje průměrnou hodnotu znaku a odstraňuje extrémy, přičemž druh jako celek zůstává beze změny; např. podprůměrný počet krevních destiček vede k nízké srážlivosti a jedinec při zranění spíše vykrvácí, naopak příliš vysoký počet trombocytů vede ke spontánním krevním sraženinám, které mohou mít fatální důsledky; nejvýhodnější je tedy průměrný počet krevních destiček
3. **Usměrňující** – zvýhodňuje jedince s jednou extrémní podobou znaku, druh se mění; např. vyšší počet červených krvinek a také chlupů u druhů žijících ve větších nadmořských výškách (lepší přenos kyslíku a odolnost vůči nízkým teplotám), co nejdelší krk u žiraf, aby dosáhly na vysoko rostoucí potravu atd.

Další zajímavou součástí evolučních principů je **pohlavní výběr**. Při pohlavním výběru jsou selektováni sexuálně nejzdatnější jedinci (v tom smyslu, že jsou schopnější si získat partnera pro rozmnožování). U pohlavně se rozmnožujících organismů bývá



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

jedno pohlaví (obvykle samčí) vystaveno většímu selekčnímu tlaku. Role pohlavního výběru může být u některých druhů i větší, než role výběru přírodního. V závislosti na způsobu, jakým si jedinci opačného pohlaví (tedy většinou samice) vybírají své sexuální partnery, tak můžeme pozorovat mnohé znaky či typy chování, které se z pohledu čistě ekologického výběru mohou jevit jako nevýhodné či takové skutečně být (příliš dlouhá pera ptáků znemožňující efektivní let, pestré zbarvení snadněji přitahující pozornost predátorů, velké a těžké parohy či jiné struktury apod.). Vznik těchto druhotných pohlavních znaků lze odůvodnit principem, při němž se znak nepodstatný v ekologickém výběru stal důležitým při výběru pohlavním a neustálým preferováním extrémní hodnoty následně i nevýhodným v přírodním výběru (např. samice si vybíraly vždy nejpestřeji zbarvené samce; zpočátku, kdy škála a sytost barev nijak výrazně nevyčnívaly, to v přírodním výběru roli nehrálo, po mnoha generacích již podoba znaku dosáhla zatěžující míry). Míra znaku, která samci umožňuje delší přežití (méně výrazné barvy, ne tak těžké paroží) mu zároveň zabraňuje zaujmout potenciální partnerky, protože ty neustále preferují výraznou podobu znaku. Proč se „vкус“ samic nemění, lze vysvětlit několika hypotézami:

1. **Fisherova hypotéza** – říká, že s vlohami pro určitý znak (v případě samců) se předává i vloha pro jejich preferenci (samice); vloha pro preferenci a znak samotný se tedy předávají ruku v ruce a samice vkus nemění
2. **Hypotéza handicapů** – jedinec s vyvinutou extrémní hodnotou znaku, která je pro něj handicapem v přírodním výběru, musí být jinak dost zdatný v jiných ohledech, aby tento handicap překonal a dožil se reprodukčního věku
3. **Indikátorová hypotéza** – kvalitní (extrémní) podoba znaku, na jehož základě si samice vybírá partnera, se může vyvinout jen u jedince v dobrém zdravotním stavu; ostatní samci nemají dost zdrojů, aby se sledovaný znak vyvinul do míry potřebné k zaujetí samice
4. **Hypotéza imunologického handicapu** – k vytváření řady sekundárních pohlavních znaků je nutná vysoká hladina testosteronu. Nicméně tato vysoká hladina rovněž snižuje imunitu jedince. Tudíž pouze velmi zdraví jedinci se silným imunitním systémem si mohou dovolit udržovat hladinu testosteronu na tak vysoké úrovni, aby se druhotné pohlavní znaky dostatečně vyvinuly.

Pohlavní výběr je v současné době důležitější než přírodní také u člověka, neboť v moderní společnosti již zdaleka tolik nepůsobí tlaky ekologické selekce.

Zdrojem variability a evolučních novinek jsou **mutace**, tedy změny v genetickém materiálu organismů. Mohou být indukované (např. po radioaktivním ozáření, vystavení nějaké chemické látky apod.) nebo spontánní – samovolné. Z hlediska užitečnosti mohou být užitečné, neutrální či škodlivé. Většina mutací je neutrálních či škodlivých (už z principu je jednodušší funkční strukturu nabourat či zničit, než vylepšit), mechanismy evoluce (přirozený výběr) však nevýhodné mutace odstraní a pomohou k prosazení užitečných mutací.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Ačkoli je evoluční teorie pro některé lidi stále kontroverzním tématem, mnoho dalších vědeckých disciplín ji podporuje – paleontologie a fosilní záznamy života na Zemi, biogeografie a poznatky o rozšíření organismů, molekulární biologie a její zkoumání příbuznosti organismů na základě analýzy DNA. Rovněž existence rudimentů (zakrnělých znaků, které evolučně spějí k vymizení – např. pozůstatky končetin u některých druhů hadů) a atavismů (znaků, kterými druh obvykle nedisponuje, ale vlohy k němu se mohou „probudit“ a znak demonstrovat – např. ochlupení celého obličeje nebo ocas u člověka) spolu s nedokonalostí mnoha struktur (již zmiňované komorové oko obratlovců) jsou dalším pádným argumentem podporujícím evoluční teorii. Konečně jsou s ní ve shodě všechna fakta známá v době jejího vyslovení i veškeré od té doby získané poznatky vědy.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY