

Slovenská Technická Univerzita v Bratislave
Materiálovotechnologická fakulta v Trnave
Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva
Katedra environmentálneho inžinierstva

Faktory prostredia

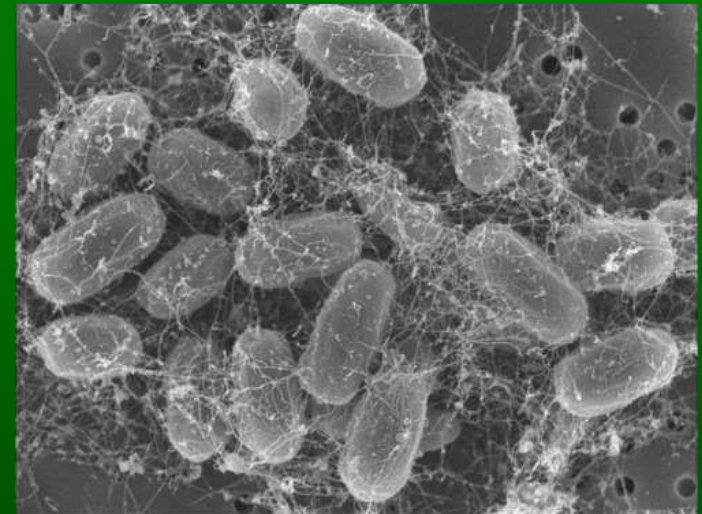
RNDr. Maroš Sirotiak, PhD.

- Organizmy sa účelne prispôsobujú svojmu prostrediu a spôsobu života stavbou tela a fyziologicky, živočíchy aj správaním.
- Stupeň vývojovej dokonalosti a ekologická špecializácia organizmov vedie k ich určitým tvarovým úpravám, tzv. **morfotypom**



Teplo

- Tepelným žiarením sú infračervené lúče (vlnová dĺžka nad 800 nm).
- **Letálna teplota** - teplotárna valencia
- Pri nízkych teplotách je to predovšetkým hodnota kritického bodu zamrzania telových tekutín, ktorá limituje ich teplotárnu vitálnu zónu.
- Proti pôsobeniu vysokých i nízkych teplôt sú zrejme **najodolnejšie spóry baktérií**, ktoré prežívajú dlhodobé pôsobenie teploty nad 100°C a **cysty**, resp. obdobné anabiotické štádiá niektorých živočíchov.



Teplo

- Organizmy všeobecne delíme na:
 - **Exotermné organizmy** vytvárajú málo tepla a rýchlo ho odovzdávajú do vonkajšieho prostredia, preto sa teplota **ich tela mení v závislosti od teploty okolia**. Sem patria **mikróby, huby, rastliny a poikilotermné živočíchy**.
 - **Endotermné** sú iba **vtáky a cicavce**. Tieto živočíchy produkujú viac tepla a ich telesná teplota je za normálnych okolností nezávislá od teploty prostredia. **Ich teplotná valencia býva širšia ako poikilotermných živočíchov**.



Teplo

- Živočíchy sa ďalej rozdeľujú na:
 - Poikilotermné živočíchy majú premenlivú teplotu tela, nemajú systémy na udržanie stálej teploty organizmu. Pri vyšších teplotách (do určitej miery) sú čulejšie, pri nízkych hynú.
 - Napr. muchy hynú pri -15°C , tropické mravce pri 0 až 10°C , húsenice až pri -40°C .
 - Homoiotermné živočíchy - na zmeny teploty sú príslušne vybavení (srst', perie, podkožný tuk). Teplota na ich stanovišti vplýva na veľkosť a tvar organizmu, farbu povrchu tela, ovplyvňuje frekvenciu rozmnožovania, rast mláďat atď.
 - Hynú pri podchladení, trvajúcom určitú dobu (teplota organizmu klesne na 15 až 30°C) alebo prehriatí (teplota organizmu prekročí 40 až 50°C).



Teplo

- **Adaptácie na teplo:**

- **Morfologické adaptácie**

- Rastliny v chladných cirkumpolárnych a horských polohách sú podstatne menšie ako tie, ktoré vyrastajú v teplejších oblastiach,
- Horské rastliny sa často chránia pred chladom aj hustým ochlpením, napr. plesnivec, poniklec atď.
- vtáky a cicavce z chladných oblastí majú hustejšie operenie, resp. srst' atď.
- Poikilotermné stavovce sú často väčšie v teplej klíme, napr. tropické veľhady sú väčšie ako hady mierneho podnebného pásma.



© Pavel Krásenský

www.naturfoto.cz

Teplo

- Fyziologické a etologické adaptácie

- Pri rastlinách zníženie obsahu a cirkulácie vody, čo zvyšuje ich odolnosť voči chladu.
- pritiskujú sa k zemi, kde je teplejšie, ako vyššie, vo voľnom priestore, preto na studených miestach rastú plazivé vankúše machu, kosodreviny ap.
- Tepelné vyžarovanie a transpiráciu znižujú i spánkové (nyctistické) pohyby vykonávané v noci a počas chladu, kedy sa kvety zatvárajú a čepele listov skladajú k sebe.
- Získavanie tepla natáčaním asimilačných plôch a kvetov smerom k Slnku (pozitívny heliotropizmus).



Teplo

- **Pri živočíchoch:**
- Článkonožce dokážu zvýšiť telesnú teplotu svalovým pohybom, hmyz najčastejšie chvením a kmitaním krídel. Až po dosiahnutí potrebnej teploty pre normálnu svalovú činnosť hmyz odlieta.
- zimomriavky a triaška cicavcov má za úlohu zvýšiť teplotu organizmu svalovou aktivitou.
- sociálna termoregulácia - zhromaždením a vzájomným pritlačením viacerých jedincov sa znižuje celkový spoločný povrch vystavený vonkajšiemu prostrediu.



Svetlo

- Zdrojom svetelného žiarenia je slnko.
 - Ultrafialové žiarenie sčasti zachytáva ozónová vrstva atmosféry. Má negatívny vplyv na živé organizmy.
 - Viditeľné svetlo má životodarný účinok na živú prírodu. Je základnou podmienkou fotosyntézy.
- **Svetelná tolerancia** - rozsah prispôsobenia organizmu na určitú intenzitu a kvalitu svetla.
- Pohyblivé organizmy aktívne vyhľadávajú priestor, resp. čas s priaznivými svetelnými podmienkami.
- **Fytofágny hmyz býva fotopozitívny**, napr. húsenice lezú za svetlom do korún stromov.
- Dážďovky a iné **edafónty sú fotofóbne** a pred svetlom sa ukrývajú.



Svetlo

- **Adaptácie na svetlo** –
- **Morfologické a fyziologické adaptácie**
 - **Pri rastlinách**
 - úpravou asimilačných orgánov, jednak ich priestorovou orientáciou, jednak tvorbou asimilačných farbív,
 - zníženie osvetlenia je kryt listov trichómami.
 - Rastliny pri nedostatočnej intenzite svetla vykazujú tropistické reakcie za svetlom, a "ťahajú" sa za svetlom.
 - Nadbytok svetla škodí tieňomilným rastlinám. Aj náhla silná zmena intenzity osvetlenia, ktorú za normálnych okolností rastlina toleruje, môže vyvolať poškodenie rastliny



Svetlo

- **Nároky živočíchov** na svetlo sú rôzne, od druhov vyslovene fotofóbných (stránia sa svetla) až po heliofilné.
- Niektoré živočíchy striedajú počas vývinu osvetlené a tmavé prostredie,
 - napr. larvy hmyzu vyvíjajúce sa v pôde alebo v dreve, mláďatá cicavcov obývajúcich nory apod.
- zníženie pôsobenia svetla - spravidla sa uplatňuje pigmentácia pokožky alebo odrážanie svetelných lúčov od hladkého povrchu tela, napr. lesklé perie tropických vtákov.
- Suchozemské stavovce regulujú príkon svetla na očnú sieťnicu pomocou zužovania zrenice, prižmurovaním očných viečok apod.



Svetlo

- **Zraková orientácia** umožňuje živočíchom diaľkovú orientáciu v primerane osvetlenom prostredí.
 - Ryby sú krátkozraké, lebo potravu nachádzajú v svojej blízkosti a optické pomery sú zlé.
 - Suchozemské bylinožravce a všežravce ľahšie nachádzajú potravu, preto majú zrak slabšie vyvinutý (sviňovité, kopytníky ...).
 - dravce majú zvyčajne výborný zrak.
- Súmračné a najmä nočné živočíchy majú obmedzenú možnosť orientácie zrakom. - majú široké zreničky, v sietnici prevládajú tyčinky nad čapíkmi, čo však oslabuje schopnosť farebne vidieť.
- Trvalý život v úplnej tme vedie k redukcii nepotrebných zrakových orgánov, ktoré nahrádzajú iné zmysly (hmyz, mloky a ryby v jaskyniach a podzemných vodách).



Svetlo

- Vplyv svetla na aktivitu –
- Živočíchy rozlišujeme na
 - denné,
 - súmravné
 - nočné.
- Dĺžka denného osvetlenia - **fotoperiód**, je rozhodujúcim signálom pre začiatok kvitnutia mnohých rastlín, aj pre hniezdenie vtákov.
- Periodicita rozmnožovania spojená s ročnými zmenami fotoperiód sa vyskytuje pri niektorom hmyze, ktorý sa v larválnom štádiu vyvíja vo vode.
- Dĺžkou svetelného dňa je indukovaný aj nástup diapauzy (prechod do zimnej aktivity) mnohých druhov roztočov a hmyzu.



Svetlo

- **Menotaxia** znamená využívanie svetelného zdroja pre navigáciu, napr. podľa hviezd, Slnka.
- **Bioluminiscencia** - schopnosť vydávať svetlo u niektorých skupinách organizmov.



Voda

- Voda patrí k nevyhnutelným podmienkam života.
 - **Chemizmus vody** - z plynov je najdôležitejšie nasýtenie vody kyslíkom.
 - Kyslíkový režim určujú faktory fyzikálne (teplota a tlak vzduchu), mechanické (pohyby vody) a biologicko-chemické (fotosyntéza, respirácia, rozklad organických látok).
 - **Prúd vody** patrí k hlavným limitujúcim faktorom v tokoch a v príbojovom pásme morí.
 - Organizmy sa prispôsobujú na tento faktor stálym prilnutím k pevnému substrátu, tvorbou prichytávacích zariadení, prípadne tvarom tela sploštělým alebo prúdnicovitým.
 - **Teplotné pomery** - voda má vyrovnanejšiu tepelnú zotrvačnosť ako suchá zem.
 - Ľad na vodách zabraňuje výmene plynov medzi vodou a ovzduším, čo vedie k duseniu rýb apod.



Voda

- Voda ako vonkajšie prostredie
 - Podľa nárokov na **vlhkosť prostredia**
 - euryhygrické (nenáročné, prispôsobivé)
 - stenohygrické.
 - xerofilné (suchomilné),
 - hygrofilné (vlhkomilné)
 - hydrofilné (vodné).
 - Tolerancia organizmov proti zníženiu vodnej bilancie je rôzna.

Voda

- **Adaptácie na vodu**
- Regulácia hladiny vody **v tele rastlín** sa uskutočňuje transpiráciou. Odpar sa reguluje uzatváraním prieduchov, prípadne aj voskovými povlakmi na listoch.
- Na periodicky dlhodobý nedostatok vlahy sa rastliny prispôbili
 - vytváraním zásob vody a jej obmedzeným výdajom v čase sucha (sukulenty ...),
 - fyziologickou schopnosťou stratiť značný podiel vody a prejsť do latentného stavu anabiózy.



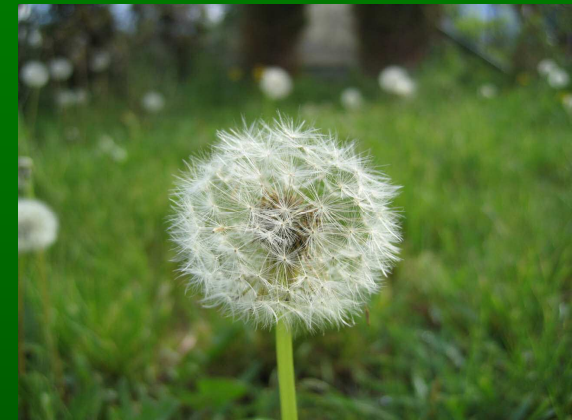
Voda

- **Živočíchy** získavajú potrebnú vodu pitím, potravou, niektoré aj absorpciou cez pokožku, alebo absorpciou vodných pár, prípadne pri metabolických procesoch oxidáciou potravy či rezervných látok, tuku alebo cukrov, ako tzv. metabolickú vodu (zvieratá púšte ...).
- nadbytočnej vody sa zbavujú osmoregulačnými ústrojmi.
- Voči nadmernému vlhku ich chráni hydrofóbná pokožka - kutikula s voskovitou povrchovou vrstvou, husté masné perie, alebo srst'.
- Na nedostatok vody sa živočíchy prispôbili fyziologicky (zníženie množstva moču a množstva vody v exkrementoch a obmedzenie potenía) a správaním.



Vzduch

- Vzduch, hlavne jeho zložky, kyslík a oxid uhličitý, sú základnou podmienkou existencie života v biosfére.
- Ako faktor prostredia pôsobia aj ďalšie chemické a fyzikálne zložky vzduchu, najmä jeho hustota a prúdenie.
- Vzduch má **malú hustotu a nosnosť** - málo druhov schopných trvalého pobytu vo vzduchu – pasívne **aeroplanktón**.
- **Vzdušné prúdenie** využívajú anemofilné (vetrosnubné) rastliny na opelenie a aeroplanktón na priestorové rozširovanie.
- Vietor ovplyvňuje aj orientáciu živočíchov, napr dravcov pri love.
- **Vlnenie vzduchu** vnímajú mnohé živočíchy ako zvuk. Ultrazvuk vnímajú len netopiere a niektorý hmyz.



Pôda

- Pôdu definujeme ako vrchnú vrstvu zemskej kôry, v ktorej prebiehajú pôdotvorné procesy. Pôda patrí k podstatným činiteľom formujúcim povahu ekosystémov. Má prvoradý význam ako stanovište rastlín, je prostredím pre pôdne organizmy a je podložkou, po ktorej sa pohybujú živočíchy.
- **Reliéf terénu** ovplyvňuje vodný režim pôdy. Na strmších svahoch steká voda rýchlejšie a pôdy sú suchšie. V preliačeninách sa naopak voda hromadí a zem je vlhšia.
- Výpar je podporovaný expozíciou svahu na juh a východ. Západné a severné svahy sú vlhké a chladné. To ovplyvňuje aj ráz spoločenstiev na rôznych expozíciach.



Pôda

- Pôdne organizmy (edafon, geobionty) žijú v štrbinách a dutinách pôdy vyplnených vzduchom alebo vodou. Osídľujú najmä horné vrstvy pôdy.
- Pre humifikačné procesy sú z nich najdôležitejšie baktérie a huby.
- Živočíchy sa zúčastňujú iba prvých stupňov mineralizačných procesov, najväčší význam majú mrlice, dážďovky, roztoče a chvostoskoky.
- Významné je aj nepriame pôsobenie väčších živočíchov, ktoré vŕtaním chodbičiek a chodieb uľahčujú prístup vzduchu a tým prevzdušňovanie pôdy, čím urýchľujú oxidáciu organických látok v pôde a ich humifikáciu.

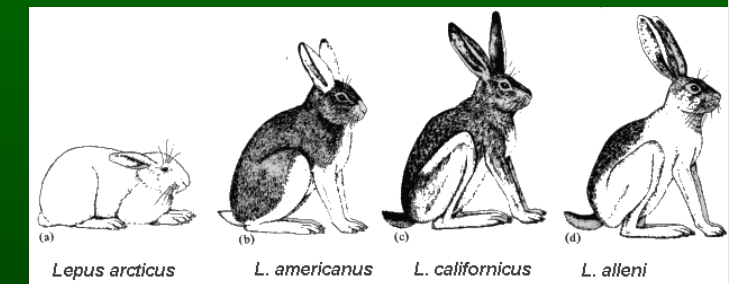
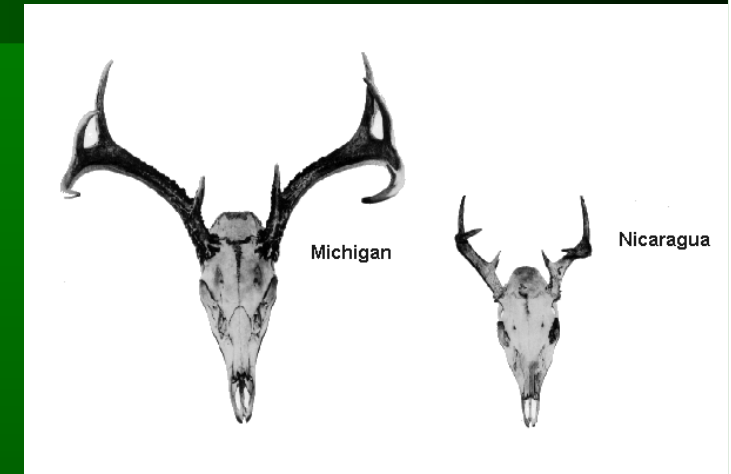
Klíma

- Klímu definujeme ako **priemerné každoročne sa opakujúce poveternostné podmienky**: teplotu, zrážky, žiarenie, vlhkosť, pohyby a tlak vzduchu.
 - **Podľa polohy** daného priestoru vzhľadom k rovníku: tropické, subtropické, mierne, chladné a polárne podnebie.
 - **Podľa blízkosti oceánu**: prímorská (oceánická) a kontinentálna klíma.
 - Tieto veľkoklímy (makroklímy) sa diferencujú na **regionálne mezoklímy**, ktoré určuje nadmorská výška, morfológické pomery a prevládajúci smer a intenzita vetrov.
 - Na menších priestoroch sa vytvára **miestne podnebie** (mikroklíma) určené najmä vegetačným krytom, napr. horská, stepná a lesná klíma.



Klíma

- **Adaptácie na klímu** - klimatické pravidlá:
- **Veľkostné (Bergmannovo)** pravidlo: Vnútri druhu vykazujú populácie vtákov a cicavcov z chladnejších oblastí v priemere väčšie telesné rozmery ako populácie z teplejších oblastí, napr. veľkosť jeleňov, diviakov, medved'ov, tigrov a výrov sa smerom na sever zväčšuje.
- **Proporciové (Allenovo)** pravidlo: Telové prívesky (končatiny, ušnice, zobáky) majú populácie z teplých oblastí relatívne dlhšie ako u populácií žijúcich v chladnejšej klíme. Tento jav sa vysvetľuje tým, že populácie žijúce v chladnejšej klíme sa vyčnievajúce časti tela viac ochladzujú. Chlad inhibuje, kým teplo podporuje bunkové delenie.
- **Glogerovo** pravidlo o pigmentácii: Živočíchy z vlhkých a teplých oblastí vytvárajú melanín silnejšie ako v oblastiach suchých a chladných. Svetlá farba integumentu má taký fyziologický význam, že vyžaruje menej tepla ako tmavé sfarbenie.



Oheň

- Významné v suchých lesných a stepných oblastiach mierneho a tropického pásu.
- Oheň však neničí tráv, resp. ich podzemnú časť, nakoľko majú široko rozvetvený koreňový systém.
- Má selektívny účinok, niektoré organizmy obmedzuje viac ako iné a podporuje rozširovanie druhov odolných voči ohňu.
- Ľahké prízemné požiare však pomáhajú deštruentom rozkladať telá mŕtvych organizmov a uvoľňovať živiny do pôdy.
- Vysoké požiare môžu zničiť všetko rastlinstvo a sú limitujúce pre väčšinu organizmov. Postihnuté spoločenstvo sa musí vyvíjať celkom od počiatku a jeho regenerácia trvá veľa rokov.



Vnútrodruhové vzťahy

- Vnútrodruhové vzťahy sú prevažne priaznivé, len pri premnožení druhu sa menia na antagonistické.
- V prírodných podmienkach prevládajú priaznivé vnútrodruhové vzťahy, čo sa prejavuje zoskupovaním (agregáciou),
 - môžu ovplyvňovať miestne stanovištné podmienky,
 - procesy rozmnožovania,
 - sociálne stavy pri vyšších živočíchoch
 - zmeny počasia.
- Určité optimálne zoskupenie jedincov vedie k lepšiemu
 - využívaniu potravy,
 - prežívaniu,
 - lepšiemu rastu atď. Zoskupovanie organizmov zhruba rozlišujeme na trsy a na spoločenstvá (society).



Vnútrodruhové vzťahy

- Zoskupovanie organizmov zhruba rozlišujeme na:
- **Trsy** - výhoda spolunažívania v trsoch spočíva v tom, že určitý telesný styk umožňuje lepšie sa chrániť pred vonkajšími vplyvmi, uľahčuje rozmnožovanie ap.
- **Spoločenstvá** výhodou je rozmnožovanie, prípadne klimatické a potravné faktory alebo spoločná bezpečnosť.
- Podľa stupňa závislosti môžeme rozlišovať society
 - anonýmne (otvorené) - potravné, nocľážné, prezimovacie, liahništné a sťahovacie society
 - neanonýmne (uzatvorené). rôzne formy rodinných spoločenstiev, čeladi a štátov



Medzidruhové vzťahy

- Vzťahy medzi rôznymi spoločne žijúcimi druhmi sú produktom dlhého vývoja, môžu byť
 - relatívne nezávislé (indiferentné, neutrálne),
 - pozitívne závislé (probióza a symbióza)
 - antagonistické (konkurenčné, parazitické a koristnícké).



Medzidruhové vzťahy

- **Probióza (karpóza)** je vzťah pomerne voľného a často len dočasného spolužitia, pri ktorom sú si účastníci do istej miery vzájomne osožní, alebo je osoh jednostranný, avšak druhá strana nie je poškodzovaná.
 - **Parekia** - spolusídlenie, znamená, že živočích hľadá u druhého ochranu.
 - **Epekia** predstavuje prichytenie alebo prisadnutie na telo iného organizmu.
 - **Forézia** je využívanie iného, väčšieho živočícha ako transportného prostriedku na priestorové rozširovanie druhu
 - **Synekia** značí spolunažívanie do istej miery navzájom osožných organizmov v spoločnom priestore, zvyčajne v hniezde väčšieho z účastníkov,



Medzidruhové vzťahy

- **Komenzalizmus (spolustolovníctvo)** je vzťah pridruženia sa organizmu k inému druhu za účelom využívať odpady jeho potravy
- **SymbiÓza** znamená spolužitie dvoch vzájomne si prospešných organizmov rôznych druhov.
- **Aliancia** je dočasné spoločenstvo dvoch aj viacerých druhov živočíchov, založené na vzájomnom zastupovaní slabšie vyvinutých zmyslov, za účelom zvýšenia bezpečnosti pred nepriateľmi
- **TrofobiÓza** je voľné spolužitie, zamerané na získanie potravy, pri ktorom sa jeden z aktérov odvd'ačuje druhému určitou službou (ZoofytosymbiÓza, EktosymbiÓza baktérií a rastlín, Mykoríza, EndosymbiÓza)



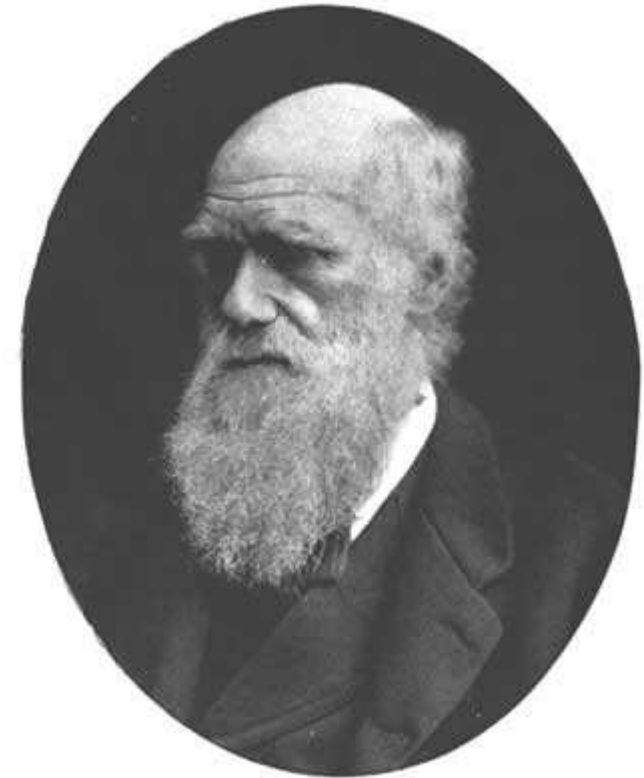
Medzidruhové vzťahy

- **Antibióza** má povahu konkurenčnú (kompetícia), cudzopasnícku (parazitizmus), alebo koristnícku (predátorstvo).
 - **Kompetícia** môže nastať v súťaži o priestor alebo výživu. Najsilnejšia je súťaž medzi druhmi s rovnakými ekologickými nárokmi.
 - **Parazitizmus** predstavuje prípad spolužitia, pri ktorom jeden organizmus, cudzopasník čiže parazit žije na úkor druhého, spravidla podstatne väčšieho organizmu.
 - **Predátorstvo** (episitizmus, koristníctvo) značí vzťah dravca a jeho koristi. Koristou rozumieme iného živočícha, nie vzťah rastliny a jej konzumenta

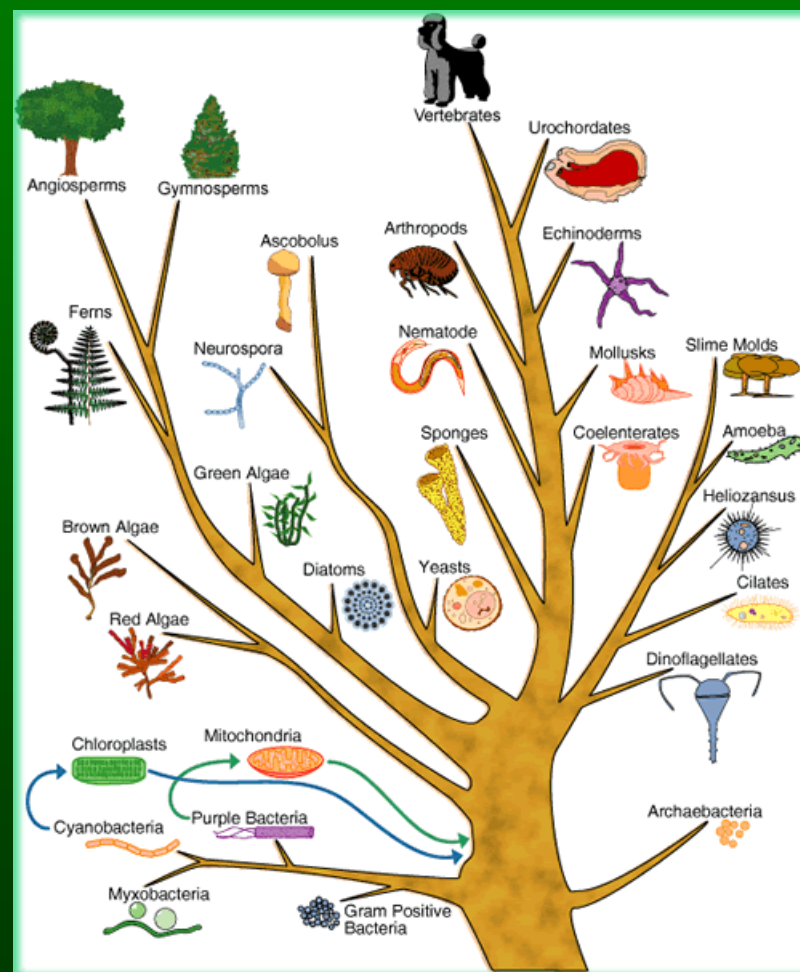
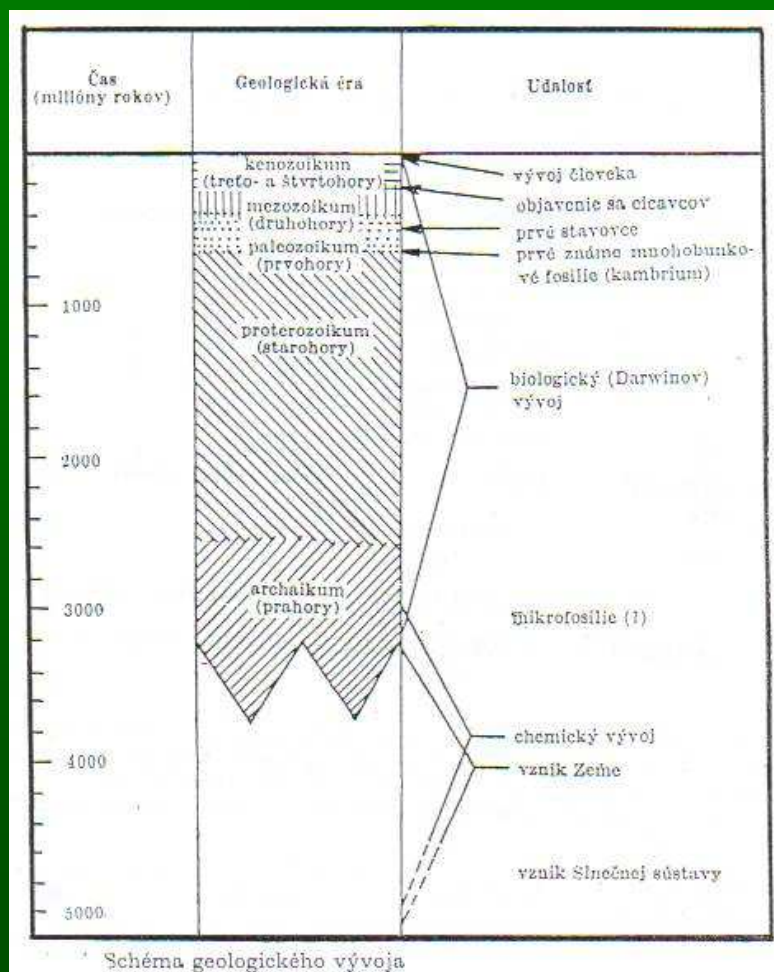


Evolúcia

- Organizmy sa rozmnožujú geometrickým radom, ale len malé percento z nich prežije až do dospelosti.
- Jedince v populácii sú mierne odlišné (variabilné). Ich prežitie nie je náhodné, ale dochádza k neustálemu boju o život, pričom *objektívne podmienené (zákonite)* prežijú len organizmy, ktoré sú lepšie prispôsobené prírodným podmienkam, ako ich konkurenti.
- Dochádza teda k *prírodnému výberu*, vďaka ktorému sa prispôsobenosť organizmov postupne zvyšuje.



Vývoj prírody



Taxonómia

- Vznikla v snahe triediť, klasifikovať organizmy
- 1x Linné (18. storočie) – na základe nápadných morfológických odlišností
- Dnes na základe príbuzenských evolučných vzťahov
- Základnou taxonomickou jednotkou je biologický druh



Taxonómia

- BIOLOGICKÝ DRUH: líška obyčajná
- ROD: líška
- ČELAĎ: mäsožravce psovité
- RAD: mäsožravce
- TRIEDA: cicavce
- KMEŇ (ODDELENIE): chordáty
- RÍŠA: živočíchy
- Pomocná taxonómia – skupina, nadčelad', podčelad', vývinová vetva...



Taxonómia

- RÍŠA: nebunkové organizmy (*Subcellulata*)
- RÍŠA: prokaryotické organizmy (*Protocellulata*)
- RÍŠA: rastliny (*Plantae*)
 - PODRÍŠA: Nižšie rastliny – stielkaté (*Thallobionta*)
 - Oddelenie: Sinice (*Cyanophyta*)
 - Oddelenie: Červené riasy (*Rhodophyta*)
 - Oddelenie: Rôznobičíkaté riasy (*Heterokontophyta*)
 - Oddelenie: Červenoočká (*Egenophyta*)
 - Oddelenie: Kryptomonády (*Cryptophyta*)
 - Oddelenie: Panciernatky (*Dinophyta*)
 - Oddelenie: Zelené riasy (*Chlorophyta*)



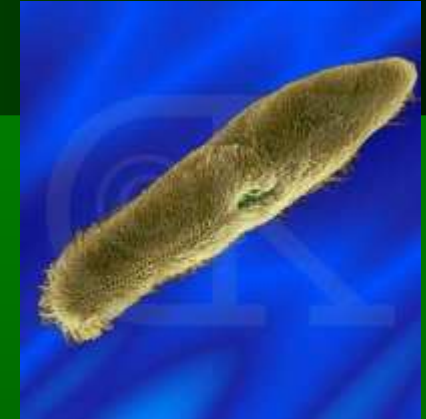
Taxonómia

– PODRÍŠA: Vyššie rastliny (*Cormobionta*)

- Oddelenie: Rýniorasty (*Ryniophyta*)
- Oddelenie: Machorasty (*Bryophyta*)
- Oddelenie: Plavúňorasty (*Lycopodiophyta*)
- Oddelenie: Sladičorasty (*Polypodiophyta*)
- Oddelenie: Kordaitorasty (*Cordaitophyta*)
- Oddelenie: Borpvicorasty (*Pinophyta*)
- Oddelenie: Lyginodendrorasty (*Lyginodendrophyta*)
- Oddelenie: Cykasorasty (*Cycadophyta*)
- Oddelenie: Magnóliorasty (*Magnoliophyta*)



Taxonómia



- **RÍŠA: huby (*Fungi*)**
 - Oddelenie: Vlastné huby (*Eumycota*)
 - Oddelenie: Lichenizované huby (*Lichnes*)
- **RÍŠA: jednobunkovce (*Protista, Monocytozoa*)**
 - Kmeň: Meňavkobičíkovce (*Sarcomastigophora*)
 - Kmeň: Výtrusovce (*Apicomplexa*)
 - Kmeň: Nálevníky (*Ciliophora*)
- **RÍŠA: živočíchy (*Animalia*)**
 - **SKUPINA: Dvojlistovce (*Diblastica*)**
 - Kmeň: Hubky (*Porifera*)
 - Kmeň: Pŕhlivce (*Cnidaria*)
 - Kmeň: Rebrovky (*Acnidaria*)



Taxonómia

– SKUPINA: Trojlístovce (*Triblastica*)

- Kmeň: Morulovce (*Mesozoa*)
- Kmeň: Bezčrevovce (*Acoleomorpha*)



- Kmeň: Ploskavce (*Plathelminthes*)
- Kmeň: Hlístovce (*Nematoda*)
- Kmeň: Mäkkýše (*Molusca*)
- Kmeň: Obrúčkavce (*Annelida*)
- Kmeň: Pogonofóry (*Pogonophora*)

Vývojová vetva

PRVOÚSTOVCE (*Protostomia*)

- Kmeň: Ostnatokožce (*Echinodermata*)
- Kmeň: Chordáty (*Chordata*)

Vývojová vetva

DRUHOÚSTOVCE (*Deuterostomia*)



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

- Tento materiál bol podporený *Agentúrou na podporu výskumu a vývoja* na základe zmluvy č. LPP-0171-07.
- Ilustrácie použité v tomto dokumente sú voľne dostupné na internete.
- Viac na www.prirodnejavy.eu