

Organismus a prostředí I.

Základní podmínky prostředí

Podmínky X zdroje – aktivitou organismů množství zdroje klesá

Tři základní typy odpovědí na podmínky prostředí – reakční křivky ilustrující vliv faktoru na přežívání, růst a rozmnožování

Teplota

Teplota a jedinec: klasifikace vztahů

Poikilotermní X homoiotermní organismy – z hlediska stálosti tělesné teploty

Ektotermní X endotermní organismy - z hlediska schopnosti produkovat teplo

Ektotermní organismy

Vliv teploty na metabolismus (koeficient Q_{10})

Vliv teploty na rychlost vývoje a růstu (mimo extrémny lineární, *koncepte denních stupňů* – kombinace teploty a času)

Teplota jako podnět

Aklimatizace

Život při nízkých teplotách

- poškození chladem a mrazem (obranou např. vymrzání extracelulární vody, produkce *kryoprotektantů*)

Psychofilní organismy

Život při vysokých teplotách

- inaktivace až denaturace enzymů, dehydratace
- řada organismů přežívá vysoké teploty díky přirozeně dehydratovaným stadiím (spory, cysty, semena)

Termofilní organismy

Využití extremofilů v biotechnologiích

Endotermní organismy

- tělesná teplota obvykle 35-40 °C
- význam izolace (peří, srst, podkožní tuk)
- oproti ektotermním vyšší výkonnost, ale spotřebovávají mnohem více energie
- vztah mezi produkcí tepla a teplotou prostředí, *termoneutrální zóna*

Teplota prostředí

Faktory – zeměpisná šířka, nadmořská výška, kontinentalita, mikroklima, výška půdy/vody

Teplota a rozšíření organismů – častěji než letální rozhodují suboptimální podmínky

Souhra teploty a dalších faktorů (kompetice, nemoci, relativní vlhkost, koncentrace kyslíku ve vodě)

Bergmanovo a Allenovo pravidlo – změny poměru povrch/objem

Relativní vlhkost

Proudění vzduchu a vody - šíření organismů, morfologické adaptace

Salinita – halofilní druhy

pH půdy a vody – přímý toxický efekt nízkých (<3) a vysokých (>9) hodnot, nepřímý efekt v kyselých vodách prostřednictvím vlivu na koncentraci toxických iontů těžkých kovů nebo vlivu na dostupnost zdrojů

- acidofilní a alkalofilní druhy

Viskozita vody – výrazně ovlivněna teplotou, velký význam pro sedimentaci nepohyblivých organismů

Tlak - přímý a nepřímý (zvýšení rozpustnosti CaCO_3) vliv

- extrémní hodnoty na dně oceánů a hlubokých jezer
- stenobatické a eurybatické druhy

Mezidruhové vztahy I.

Mutualismus, mezidruhová kompetice

Interakce mezi populacemi - ovlivnění fitness = působení na natalitu a mortalitu. (popř. růst)

- ++ mutualismus
- mezidruhová kompetice
- + 0 komenzalismus
- 0 amensalismus
- + - predace

Mutualismus

Mutualismus vs. symbióza

Typy mutualismu:

- fakultativní (každý partner získává ze vztahu prospěch, ale není na druhém závislý)
- obligátní pro jednoho partnera, pro druhého fakultativní
- obligátní pro oba partnery

Mutualisté tvoří většinu biomasy na Zemi

Typy vztahů:

Vzájemné vazby v chování – mravenci a akácie, ryby „čističi“, garnáti a hlaváčovité ryby

Cílené pěstování rostlin nebo živočichů – člověk (kulturní plodiny, hospodářská zvířata), mravenci a mšice

Rozšiřování semen a opylování

Sdílené zdroje

- organismy v trávicích traktech (extracelulární symbionti) – mikroorganismy v bachoru přežvýkavců a ve střevě termitů
- mykorhiza - těsné spojení rostlinných tkání a pletiv hub, ektomykorhiza a vesikulárně arbuskulární mykorhiza (*Endogone*, *Glomus*)
- mutualismus řas a živočichů (nezmar, korálové útesy – zooxantelly)
- lišejníky
- rostliny a bakterie – fixace vzdušného dusíku – hlízkovité bakterie u bobovitých (*Rhizobium*) a olše

Mezidruhová kompetice

Oba zúčastnění ztrácejí fitness

- působí prostřednictvím kombinovaných změn *natality* a *mortality*
- je *reciproční*
- soutěží se o společný zdroj, jehož množství je *limitující*
- je *závislá na denzitě*
- často výrazně *asymetrická* (jeví se jako amenzalismus)

Pohybliví živočichové – kompetice většinou o *potravu*

Sesilní živočichové a rostliny - kompetice většinou o *místo*

Klasické pokusy – trepky (Gause), rozsivky a křemík (Tilman)

Výsledek kompetice: *kompetiční vyloučení* nebo *koexistence*

Pokud koexistují dva *skutečně* si konkurující druhy - a to ve stabilním prostředí - pak je koexistence možná pouze v důsledku nikové diferenciace, tedy díky částečnému odlišení realizovaných nik konkurujících si druhů.

Základní a realizovaná nika

Exploatační (nedochází k bezprostřednímu střetu) X interferenční konkurence
Zdánlivá konkurence – prostor bez predátora

Posun niky – příklady (plži *Hydrobia ulna* a *H. ventrosa*, velikost špičáků u kun)
Hutchinsonovo empirické pravidlo o poměru velikostí

Co umožňuje koexistenci, pokud nika rozdělit nejde?

Heterogenita prostředí (prostorová i časová)

- disturbance
- shloučená distribuce silnějšího konkurenta
- správné načasování
- variabilita v dostupnosti zdroje

Paradox planktonu (Hutchinson)

Mezidruhová kompetice – modely

1/ Lotka-Volterra – vychází z logistické rovnice, nedefinuje mechanismus kompetice, ale jen její výsledek

2/ Tilman – mechanistický model

Mezidruhové vztahy II.

Predace

Vymezení predace

Typy predátorů (Thompson 1982)

- pasoucí se predátoři
- praví predátoři
- paraziti
- parazitoidi

- dělení podle množství napadené kořisti, způsob konzumování kořisti a účinku na kořist
- příklady

Účinky predace na kořist – negativní – snížení fitness, snížení početnosti
ALE kompenzační reakce (příklady)

Chování predátora – způsoby nalezení kořisti

Mono-, oligofágní a polyfágní predátoři

Model optimálního jídelníčku – maximalizace čistého zisku energie (handling time X searching time)

Funkční odpověď predátora - vztah popisující závislost počtu kořisti chycené predátorem na populační hustotě kořisti (Holling 1959)

Typy 1-4 a jejich důsledky pro populaci kořisti – regulace populace kořisti jen v případě typu 3

Polyfágní dravci – změny preference potravy

Interference predátorů

Párové populační cykly – výsledkem jednoduchých modelů nestabilní kolísání a vymření dravce i kořisti, ale realita mnohem složitější
– klasický příklad (zajíc běláček a rys)

Vliv agregace a heterogenity prostředí - vznik částečných refugií – stabilizace vztahu
- pokus s roztoči (Huffaker 1958)

Příklad úspěšné biologické regulace – *Cactoblastis cactorum* a opuncie v Austrálii

Predace a složení společenstev – koexistence zprostředkovaná predací

- záleží na intenzitě predace

Ekosystém I.

Primární a sekundární produkce, dekompozice

Trofická struktura

Účinnost transformace

Ekosystém X společenstvo – definice

Tok energie v ekosystému – zdrojem energie sluneční záření, které se transformuje na energii chemických vazeb

Výjimka – hydrotermální venty – primárním zdrojem energie chem.vazeb – chemolitotrofní mikroorganismy

Primární produkce

- hrubá a čistá (NPP a GPP), respirace
- kompenzační bod

Záření – jednotky energie ($W \cdot m^{-2}$, $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)

Solární konstanta, fotosynteticky aktivní záření (390-710 nm), maxima absorpce fotosyntetických pigmentů

Sluneční záření ve vodním prostředí – exponenciální úbytek s hloubkou, závislost na vlnové délce

Měření primární produkce

- přírůstek biomasy za čas (NPP)
- bilance plynů (O_2 , CO_2 , radioizotopy), ve vodě *metoda světých a tmavých lahví*

Rozložení primární produkce na zeměkouli

- NPP/plocha nejvyšší v tropickém deštném lese, korálové útesy
- NPP/plocha volného oceánu nízká, ale vzhledem k velké ploše NPP srovnatelná s tropickými deštnými lesy
- v oceánu však o tři řády nižší biomasa (absence podpůrných a vodivých pletiv)

Faktory omezující primární produktivitu suchozemských společenstev

- účinnost využití slunečního záření nízká (max. 10 % v kulturách), ale obvykle více omezující jiné faktory
- nedostatek vody
- teplota a vzájemné interakce teploty a srážek
- délka vegetačního období
- nedostatek minerálních živin

Faktory omezující primární produktivitu vodních společenstev

- nedostatek minerálních živin – Redfieldův poměr (C:N:P = 106:15:1), odchylka - limitace
- nedostatek světla
- pastva býložravci

Oblasti vysoké primární produktivity v oceánu

Primární produkce ve vertikálním profilu – eufotická a afotická vrstva, fotoinhibice, kompenzační bod

Sekundární produkce

- rychlost produkce nové biomasy heterotrofními organismy
- mezi primární a sekundární produkcí obecně pozitivní vztah

Potravní řetězce – pyramida pastevního systému, dekompozice

Účinnost přenosu energie mezi dvěma trofickými úrovněmi

3 kategorie účinností přenosu:

konzumační účinnost - kolik % čisté celkové produkce je zkonsumováno následující trofickou hladinou (býložravci – průměr 5 % lesy, 25 % travinná společenstva, 50 % voda)

asimilační účinnost - kolik je z pozřené potravy metabolizováno - u býložravců a detritivorů nízká (20-50 %), pro masožravce až 80 %

produkční účinnost - jak je využita asimilovaná potrava na čistou produkci, zbytek ztracen respirací - vysoká u mikroorganismů (10 %), nízká u endotermních obratlovců (1 %)

- celkově cca **10 %** - omezení počtu trofických úrovní

Srovnání toku energie v různých typech společenstev: les, traviny, plankton, vodní tok

Ekosystém II.

Koloběh hmoty v ekosystému

Zásoby (pools) chemických prvků jsou uloženy v různých rezervoárech:

- atmosféra
- hydrosféra
- litosféra
- organismy

Biogeochemie se zabývá studiem cyklů chemických prvků UVNITŘ a MEZI zásobníky.

Biogeochemické cykly - rozlišení podle typu základního rezervoáru:

- plynné (atmosféra, hydrosféra) : H₂O, N₂
- sedimentové (zemská kůra): P, S, Ca, Fe

Narozdíl od energie mohou být chemické látky použity opakovaně a jejich cyklování je výrazným rysem – klíčová role rozkladačů

Výrazný vliv organismů včetně člověka

Bilance živin – vstupy (zvětrávání, půda, atmosféra, srážky, suchý spad) X výstupy (uvolnění do atmosféry, požár, vodní toky)

Hydrologický cyklus

- hlavním zdrojem vody oceány
- podíl vody, která se aktuálně přemísťuje, je malý (asi 0,08 %) – ale hraje klíčovou úlohu pro suchozemská společenstva
- cyklus by probíhal i bez přítomnosti organismů, ale významná role vegetace

Koloběh uhlíku

- úzká vazba k *toku energie*
- převážně plynný cyklus globálně poháněný protichůdnými silami fotosyntézy a respirace
- růst role litosférického zásobníku (spalování fosilních paliv)

Sopečná činnost a CO₂ - podíl vulkanické činnosti na produkci skleníkových plynů je kompenzován prostřednictvím ochlazení daného zastíněním sopečným popelem a prachem („*haze effect*“).

Růst koncentrace CO₂

- 1750-2010 růst z 280 na 387 ppm (observatoř Mauna Loa)

Skleníkový efekt

Bilance CO₂ z lidské činnosti

Koloběh dusíku

- plynný cyklus – nejvýznamnější atmosférická fáze
- atmosférická fixace (výboje blesků) 4 %, zbytek biologická fixace – nutná energie k rozštěpení trojné vazby
- ovlivnění činností člověka - odlesnění (nárůst dusičnanů ve vodách), hnojiva – *eutrofizace*, spalování fosilních paliv a zemědělství – oxidy dusíku – *acidifikace*

- průmyslová fixace stejná jako přirozená
- pravděpodobně silně podceněná role litosférického zásobníku

Min. 3–5 % sušiny buněk

Formy: DN (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), PN, TN, pro organismy energeticky nejvýhodnější NH_4^+

Klíčová role bakterií

amonizační bakterie, nitrifikační (chemolitotrofní, aerobní, specializované rody *Nitrosomonas* – produktem NO_2^- , *Nitrobacter* - produktem NO_3^-), denitrifikační (heterotrofní, anaerobní, velká diverzita, např. rody *Pseudomonas*, *Bacillus*)

Biologická fixace dusíku – heterotrofní bakterie z řady skupin (nejznámější hlízkovité b. bobovitých rostlin – *Rhizobacter*), sinice – heterocyty

Nitrogenáza

Koloběh fosforu

- sedimentární typ – vždy opouští pevninu a včleňuje se do sedimentů
- hlavními zásobníky mořské sedimenty a horniny, voda
- ovlivnění činností člověka – zemědělství, lov mořských ryb, čisticí prostředky - *eutrofizace*

Zdroj zvětrávání substrátu, hlavní zásoby v sedimentech, o uvolňování ze sedimentu rozhoduje koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vrstvě nade dnem - *fosfátová past*

Formy: DP (SRP), PP, pro primární producenty dostupný jen SRP

Koloběh síry

- významná atmosférická i litosférická fáze
- uvolňování do atmosféry: 1/mořský aerosol, 2/vulkanická činnost, 3/anaerobní respirace bakterií – H_2S
- zpětný tok z atmosféry – oxidace na síranové ionty
- do vody se dostává zvětráváním hornin a z atmosféry
- do potravních řetězců vstupuje relativně malý podíl
- ztráty do sedimentů – tvorba Fe_2S

Člověk a biosféra

- aplikace ekologických zákonitostí na lidskou populaci a ekosystémy, které jsou pod vlivem člověka

Historický růst lidské populace

- limitující faktory (energie, potrava, voda)
- mezníky: nástroje, zemědělství, průmysl
- současné geografické rozdělení růstu lidské populace
- charakteristické dlouhé období s přírůstkem $> 2 \%$, ohromná biomasa
- vysoká potřeba energie – obnovitelné X neobnovitelné zdroje
- *dodatková energie* (agrotechnika, průmyslová hnojiva, stroje, nafta, elektřina) – pro udržení umělých ekosystémů

Vliv člověka na ekosystémy v holocénu

Změna charakteru vztahu člověka a prostředí v průběhu holocénu

Vymírání velkých savců, odlesňování

Největší problémy v současnosti:

- kácení tropických lesů
- eroze – ztráta orné půdy
- zvětšování plochy pouští
- pokles zásob podzemní vody
- pokles druhové diverzity – vymírání a homogenizace; invaze
- vzestup globální teploty
- znečištění (*pollution* = „putting the wrong substances in the wrong quantities in the wrong places“, Roberts 2002)
- eutrofizace – příčiny a důsledky, možnosti nápravy
- acidifikace - příčiny a důsledky, možnosti nápravy