

Biotické interakce

Doc. Ing. Josef Suchomel, Ph.D.
Ústav ekologie lesa



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

• **Biotické interakce (vztahy)**

= vztahy a vazby mezi organismy v ekosystému

- tvoří komplex **biotických faktorů** ovlivňujících jednotlivé druhy organismů
- podmiňují charakter biocenózy
- vybrané interakce umožňují tok látek a energie v ekosystému

I. **Vnitrodruhové (intraspecifické)** – uvnitř populací jednoho druhu

II. **Mezidruhové (interspecifické)** – mezi populacemi různých druhů

III. **Potravní vztahy** – občas se vymezují odděleně

Specifické postavení živočichů v lesním ekosystému!

- koloběh látek a energie
- tvorba **většiny** sekundární produkce
- ekologická stabilita
- homeostatický mechanismus
- zpětná vazba

Typy biotických interakcí

Název vztahu (interakce)	Populace	
	A	B
Neutralismus	0	0
Amensalismus	0,+	-
Predace, herbivorie, parasitismus, patogenie	+	-
Komensalismus	+	0
Protokooperace, mutualismus	+	+
Konkurence (kompetice)	-	-

Amensalismus a alelopatie

- **amensalismus** – vztahy živočichů

➤ jedna populace uvolňuje do prostředí odpadní produkt nebo speciální syntetizovanou látku, která populaci jiného druhu ovlivňuje negativně (potlačuje růst a vývoj, způsobí i zánik)

- **alelopatie** – vztahy u rostlin

➤ komplexnější vzájemné ovlivňování dvou či více populací vylučovanými chemickými látkami

- antagonisticky (protichůdně)

- synergicky (podpůrně)

➤ záleží na koncentraci chemických látek

Alelopatika – vylučované chemické látky (silice, terpeny, fenoly, alkaloidy aj.)

- výměšky kořenů, výluh těl rostlin aj. (u bakterií a hub)

- fce inhibující i stimuluující – antibiotika

Fytoncidy – obranné látky vyšších rostlin

Telergony (l. varovné, obranné, likvidační) – u živočichů

➤ pelyněk pravý (*Artemisia absintium*) – kmín (*Carum carvi*) (-)

➤ smrk obecný (*Picea abies*), platan západní (*Platanus occidentalis*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) (-)

➤ žito (*Secale cereale*) – hořčice rolní (*Sinapis arvensis*) (-) a mák vlčí (*Papaver rhoeas*) (+)

Komensalismus

- jedna populace využívá jinou bez jejího poškození - jeden má ze vztahu prospěch zatímco druhý není ovlivněn

- závislost potravní, prostorová i obojí

- **potravní parazitismus** – orl mořský vs. orlovec říční

- **parekie** – menší druhy hledají bezpečnost u druhu velkého (drob. pěvci hnízdí vedle orla)

- **synekie** – drobní živočichové žijí v hnízdech ptáků, savců, soc. hmyzu

- **epiekie** – jedinci jednoho druhu na povrchu těla druhu jiného (epifytismus)

- **entekie** - jedinci jednoho druhu žijící uvnitř těla druhu jiného

- jednostranný vztah – jedna z populací zůstává více méně neovlivněna

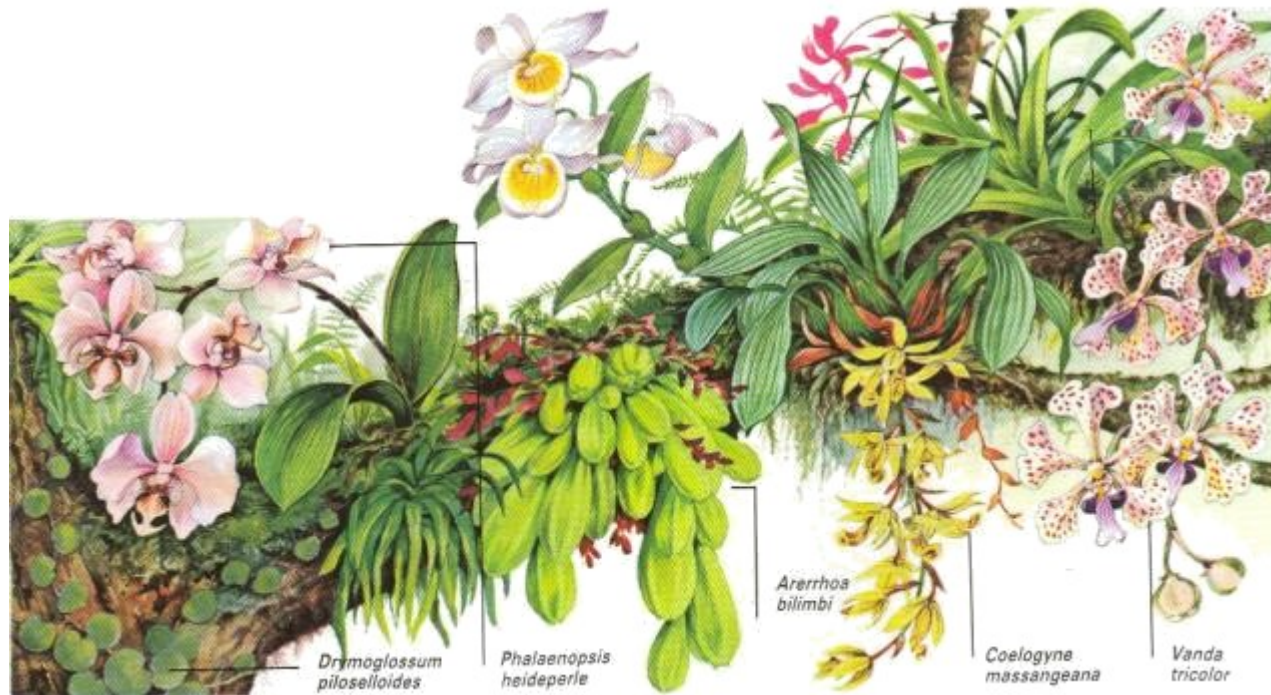
- jev příležitostný a náhodný

- jev naprosto nezbytný



Epifytismus – forma komensalismu

- jedna rostlina (epifyt) roste na orgánu druhé rostliny podstatně větších rozměrů
- hostitelská rostlina = pasivní substrát
- nedochází k trofickému či metabolickému propojení obou rostlin
- vztah + i –
- zvláštní adaptace na mimopůdní prostředí, příjem vody a živin
- řasy, lišejníky, kaprad'orosty, *Orchidaceae*, *Bromeliaceae*



Protokooperace a mutualismus (symbióza)

- oboustranně kladné ovlivňování dvou populací
- **protokooperace** – jednodušší forma pozitivního ovlivňování (volavky a klubáci vz. buvoli)
- **mutualismus** - jednostranná či oboustranná závislost a bezpodmínečnost vztahu



Mutualismus (symbióza)

a) jednostranný



b) oboustranný

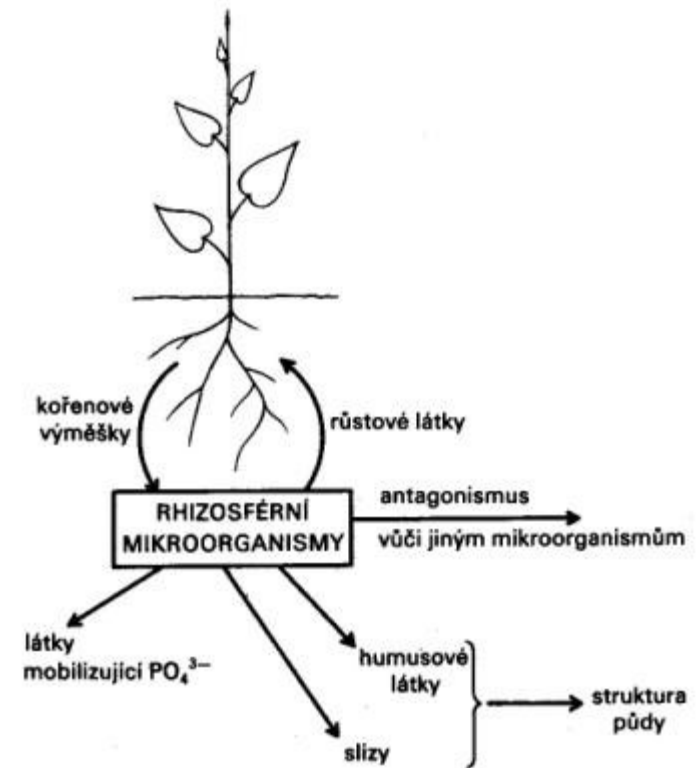
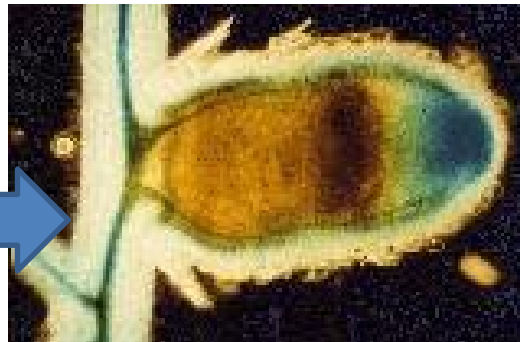


Mutualismus u rostlin

- mikroorganismy či houby a vyšší rostliny - často prospěšný vztah na trofické úrovni
 - **symbióza nitrogenních mikroorganismů (vazačů dusíku) s kořeny rostlin**
 - **hlízkovité bakterie** (*Rhizobium* spp.) – tvoří na kořenech bobovitých rostlin **hlízky**, ve kterých žijí
- rostlina + mikroorganismus = ekologická jednotka
- nezávislá při získávání potřebných sacharidů a sloučenin dusíku

Význam:

1. zvyšování obsahu dusíku přímo pro výživu rostlin
2. zvyšování obsahu dusíku v půdě druhotným rozkladem odumřelých kořenů rostlin



Mykorhiza

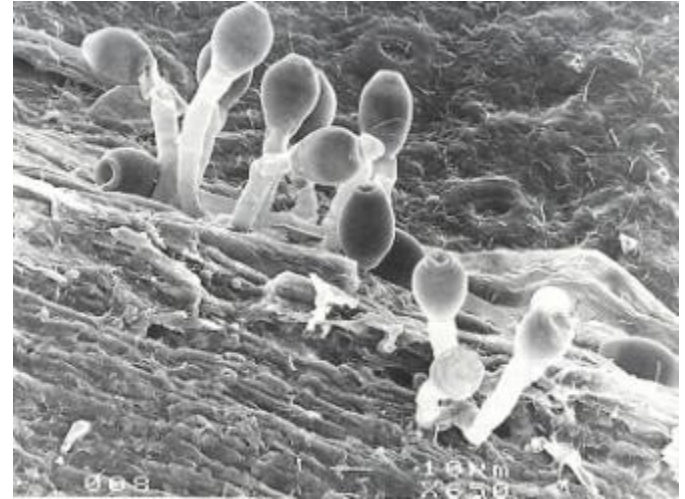
- soužití houby s kořeny vyšších rostlin
- forma mutualismu
- **ektotrofní mykorhiza**
- hyfy obalují povrch primárních kořenů
- **zvětšují mnohonásobně aktivní povrch savých kořenů** – lepší příjem vody a minerálních látek

Př.: buk, dub, jedle, smrk, habr, borovice

-endotrofní mykorhiza

- hyfy hub pronikají do kořenových buněk, zde **čerpají produkty fotosyntézy** X **hyfy hub stravovány rostlinou** – odebírá N sloučeniny a P
- = **vzájemný parasitismus**, či **mykotrofní parasitismus**

Př. jasan, javor, trnka, dřín, bez černý, jalovec, vrba bylinná, trávy (smilka tuhá, kostřava ovčí), dřeviny tropů, *Orchidaceae*



Konkurence (kompetice)

- zúčastněné populace mají podobné nároky na určitý zdroj prostředí, který určuje horní mez početnosti jedinců (**vnitrodruhová** i **mezidruhová**)
- živočichové – potrava, prostor, úkryt, rozmnožování
- rostliny – světlo, voda, minerální látky

Realizace konkurence:

- přímým kontaktem – **interferenční k.**
- prostřednictvím nedostatkového zdroje – **exploatační k.**
- **obě populace nebývají stejně ovlivňovány – konkurenční asymetrie** (vede až k amensalismu)
- **konkurenční síla** – omezující účinek na druhou populaci – má rozhodující vliv na výsledek konkurence (př. 5 : 1)
- rozrůznění ekologických nik – čím shodnější, tím větší pravděpodobnost konkurence!

Predace

- spotřebovávání jednoho organismu (kořisti) jiným organismem (predátorem, kořistníkem) za účelem získání energie

- ❖ herbivorie
- ❖ mycetofágie
- ❖ bakteriofágie
- ❖ parazitismus
- ❖ patogenie
- ❖ parazitoidismus
- ❖ masožravé rostliny
- ❖ kanibalismus



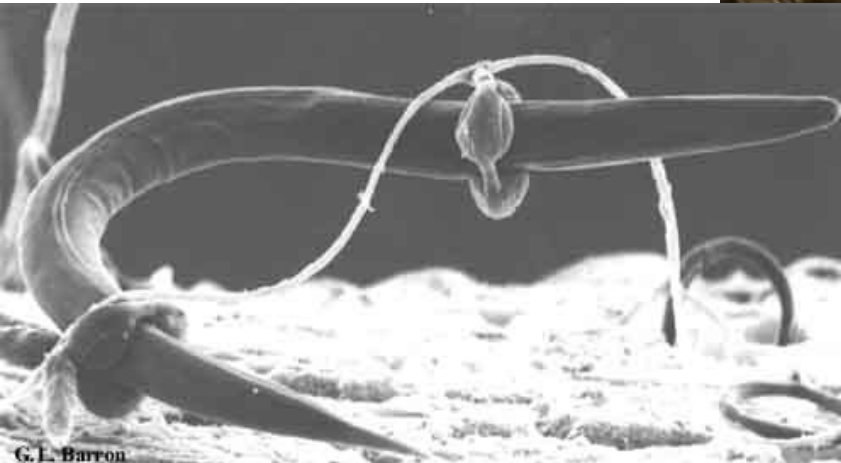
Klasifikace predace

- taxonomická:
 - masožravci
 - býložravci
 - všežravci
- funkční:
 - praví predátoři
 - spásači
 - paraziti
 - parazitoidi



Begon et al., 1997

Masožravci (druhy karnivorní)



Býložravci (druhy herbivorní)



Všežravci (druhy omnivorní)



Praví predátoři

- kořist zabijí víceméně ihned po útoku, během života zabijí několik či mnoho různých jedinců



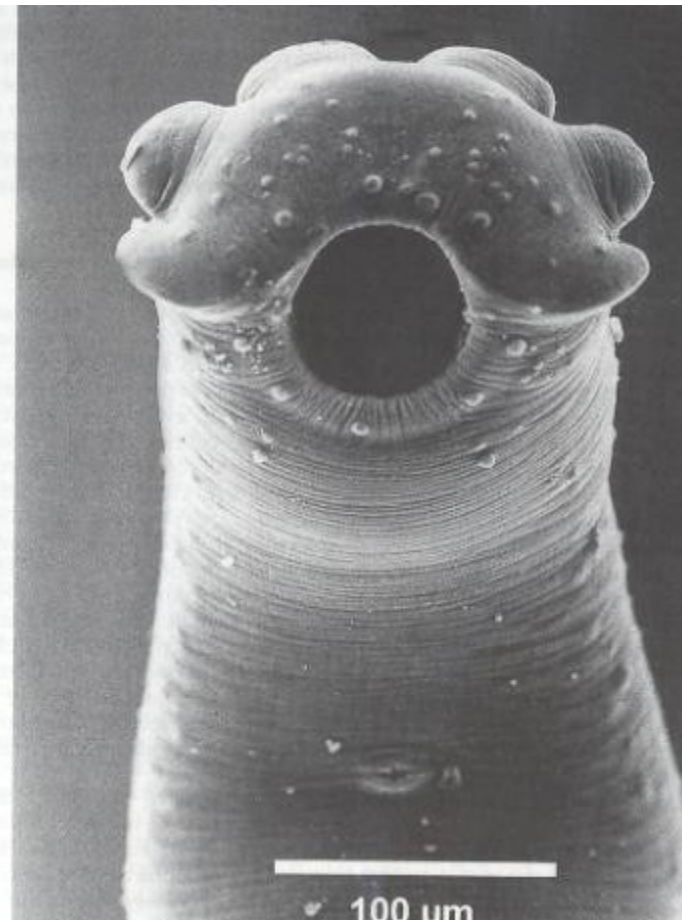
Spásači

- zkonsumují za život **velkého množství jedinců**, avšak nespotřebují jedince celého, **nezpůsobují jeho smrt** i když mu svou aktivitou škodí



Paraziti

- konzumují část kořisti, kořist zpravidla neusmrtí, za život napadnou jednoho nebo jen několik jedinců - **těsné spojení kořist (hostitel) – parazit**



Parazitismus a patogenie

- **specifické formy predace**
- **parazitismus** – živočich–živočich, živočich-rostlina, houba-rostlina, rostlina-rostlina, mikroorganismus-mikroorganismus
- **patogenie** – mikroorganismy (bakterie, viry, houby) a makroorganismy (rostliny, živočichové)
- vnější, vnitřní, příležitostný, pravidelný, dočasný, larvální, imaginální apod.

- **patogen i parazit jsou vždy menší než hostitel !**

- škrkavka dětská (*Ascaris lumbricoides*) – helmintózy – 1,3 mld. lidí
- zimničky (*Plasmodium* spp.) – malárie – 500 mil. lidí
- měchovec lidský (*Ancylostoma duodenale*) – helmintózy – 900 mil. lidí
- vlasovec mízní (*Wuchereria bancrofti*) – elephantiasis – 250 mil. lidí
- krevní motolice (*Schistosoma* spp.) – bilharzioza – 200 mil. lidí, z toho 250 tis. ročně smrt!

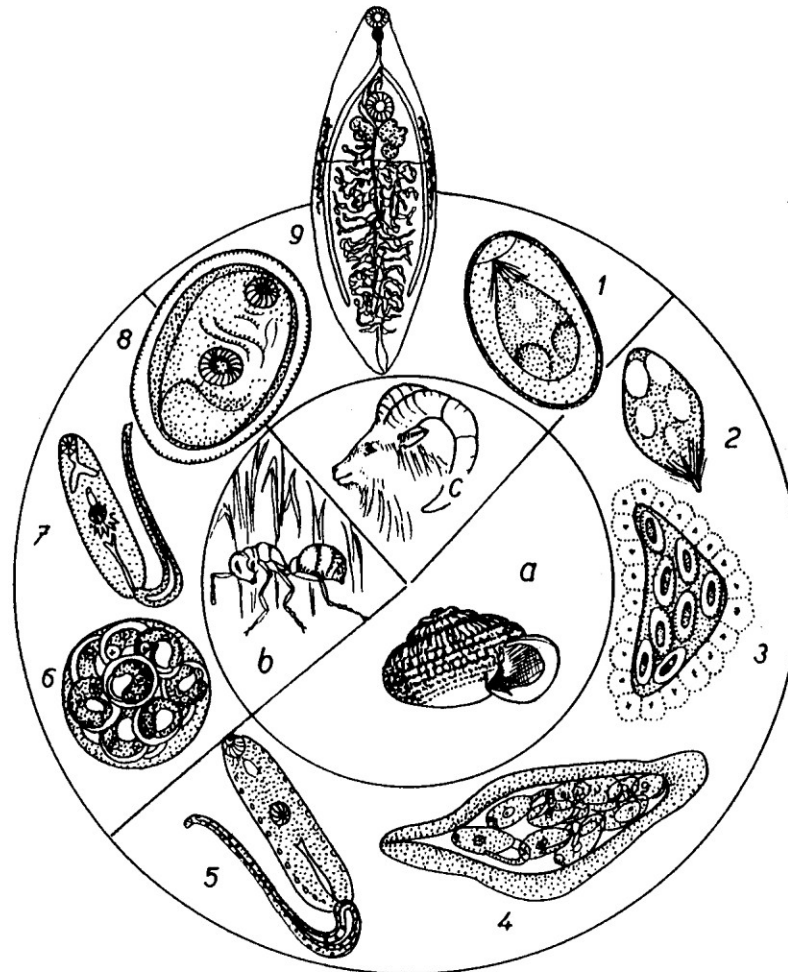
- kokotice (*Cuscuta* sp.) – hostitel hvězdnicovité
- podbílek šupinatý (*Lathraea squamaria*) – hostitel dřeviny
- záraza větevnatá (*Orobancha ramosa*) – hostitel vikvovitě

- jmelí jehličnanové (*Viscum laxum*) – jehličnaté stromy
- ochmet evropský (*Loranthus europaeus*) - duby



Parazitismus - složitá interakce více populací

- parazité – často nejde o spojení jen dvou, ale tří i více populací
- vývojové cykly – mezipostitel, předhostitel, přenašeč (vektor), rezervoárový hostitel aj.



1. vajíčko
2. miracidium
3. sporocysta
4. rédie
5. – 7. cercárie
8. metacerkárie
9. dospělá motolice

Parazitoidismus

- **parazitoid** – specializovaný druh hmyzu parazitující na jednom jedinci hostitele – na konci vývoje parazitoida nastává **smrt hostitele**



Trofické (potravní) vztahy

- ❑ **karnivorie** – interakce živočich – živočich
- ❑ **herbivorie** – interakce živočich – rostlina
- ❑ **mycetofágie** – trofický vztah živočich – houba
- ❑ **bakteriofágie** – trofický vztah živočich – bakterie

Reakce rostliny na konzumaci:

- poškozování biomasy rostlinám neublíží
- rostliny po opakované konzumaci odumírají
- morfologické adaptace – trny, žláznaté trichomy
- fyziologické adaptace – toxické či inhibiční látky v rostl. orgánech



Šíře potravních nároků živočichů

Stenofágní – úzká potravní specializace

Euryfágní – široké spektrum potravy

Monofág – živočich potravně specializovaný jen na jeden druh nebo jeden typ potravy

(tasemnice dlouhočlenná-člověk, háďátko bramborové-lilek brambor, 2 druhy klíněnek na dubu ceru + řada minujících druhů motýlů)

Oligofág – méně náročný – konzumuje úzkou skupinu druhů organismů (v rámci rodu nebo čeledi) (hřebenule borová, bourec morušový)

Polyfág – živočich méně specializovaný, živící se více druhy či rozmanitějšími skupinami druhů organismů (překračující i úroveň řádu) (prase divoké, medvěd hnědý, bekyně mniška)

Pantofág – potravně nesespecializovaný živočich, konzumující široké spektrum potravních zdrojů (všežravec) (švábi, škvoři)

Potravní zaměření

Biofágové: bakterifágové

mycetofágové

fytofágové – herbivoři.....rhizofágní

xylofágní

korticivorní

fylofágní

fruktivorní

pollivorní

mellifágní

anthofágní

cecidofágní

fytoparazité

zoofágové – predátoři.....vertebratofágní – ornitofágní, ichtyofágní apod.

zooparazité hematofágní

entomofágní - myrmekofágní

Saprofágové: nekrofágové

koprofágové

Symbiontofágie – vnější a vnitřní mutualismus (bachořci)

Sekundární produkce

- **veškerá tvorba biomasy heterotrofních organismů**
- živočichové
- nezelené (parazitické) rostliny
- houby

- produkce živočichů, se většinou vyhodnocuje odděleně a je realizována formou potravních řetězců → **produkce terciární** (u masožravců), popř. i vyšší (u vrcholových predátorů).

Biomasa (B)

- organická hmota jedinců, populace, částí nebo celé biocenózy, která se v daném okamžiku nachází na určité ploše (např. na m², ha, km²), nebo v prostoru (litr, dm³, m³ apod.)
- čerstvou, v sušině, bez popelovin, v množství uhlíku apod., v jednotkách hmotnosti, energie (g, kg na m², J nebo kJ na m² apod.).

Produktivita

- je schopnost živého systému vytvářet produkci.

Sekundární produkce II

- vyjadřuje konkrétní množství organické hmoty nebo energie, fixované v těle konzumentů (tj. heterotrofních organismů) na jednotku plochy za určitou dobu (např. $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1}$, nebo $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ apod.).

Hrubá produkce (brutto, PB) představuje veškerou organickou hmotu, vytvořenou v podobě biomasy plus veškeré ztráty energie v podobě srsti, peří, pokožky, parohů, u hmyzu ztráty exuvií larev, obalů kukel, předia, zámotků z vláken, žláz, vosku apod., během uvažovaného období. Největší množství ztrát u živočichů tvoří energie spotřebovaná dýcháním (**respirací**) v metabolických procesech.

Čistá produkce (netto, PN) představuje jen tu biomasu, která byla vyprodukována během uvažovaného období a je k dispozici jako potrava pro dalšího konzumenta. Je to tedy výsledné množství vyprodukované biomasy, neboli hrubá produkce bez respiračních ztrát a opadu odumřelé biomasy.

Tvorba sekundární produkce

- nejde o tvorbu nové produkce v ekosystému → transformace energie zelených rostlin a jiných konzumentů
- **fytofágové** → asi 10 % energie na tvorbu biomasu těla
- **zoofágové** → asi 20 % energie na tvorbu biomasy těla
- výpočty produkce a přenosu energie → na úrovni jedince, populace, popř. částí nebo celé biocenózy
- fyziologie metabolismu organismů → složité získání dat → orientační výsledky či směrná čísla

Schéma přenosu energie v potravě

(podle Pelikána, 1994):

- (- následují symboly velkých písmen jsou dnes běžně užívané v literatuře)
- Energie z nižšího článku potravního řetězce (MR)
- Nevyužitá množství (NU)----- Zkonzumovaná potrava (C)
- (odpadky potravy)
- Fekálie (F) -----Strávená energie v potravě (D)
- Moč (U)----- Asimilovaná energie (A)
- Ztráty energie dýcháním (respirací - R) ----- Energie uložená v produkci (P) (růst, rozmnožování, odpady)

Zjišťování sekundární produkce u jedince

- vycházejí z poznatků o jejich metabolismu
- fyziologické měření v laboratoři
- potravní nároky – druh potravy, stravitelnost, množství/den, moč+trus/den
- každodenní vážení – přepočítání hodnot (C, F, U a A) na 1 g (1 kg) živé hmotnosti (= rychlost růstu za jednotku času).... $A = C - (F + U)$
- měření metabolismu – v klidu, v pohybu (prům. spotřeba energie za den + ztráty respirací)
- závěrem se stanoví velikost sekundární produkce jedince za jednotku časovou, z rovnice $PN = A - R$.

Velikost P kontrolujeme častým vážením živočicha a zjišťováním přírůstku jeho biomasy. Všechny zjištěné hodnoty lze použít pro **výpočet toku energie (příjmu a výdeje energie) jedincem**. Současně je nutné také zjišťovat velikost ztrát E.

Zjišťování sekundární produkce u populace.

- k předchozím bioenergetickým hodnotám + početnost populace (hustota, denzita, abundance), tj. konkrétní počet jedinců sledovaného druhu na jednotku plochy (m^2 , $n \cdot ha^{-1}$ apod.).
- znát bionomii druhu, dobu jeho rozmnožování, počet a váhu novorozených mláďat, jejich růst, počet a hmotnost dospělců, zejména úmrtnost mladých i dospělých na jednotku plochy.
- největší část produkce v populaci vzniká růstem mladých jedinců, který je velmi rychlý v celé prereprodukční fázi života. Jejich úmrtnost je v tomto období značná. Jen malá část připadá na produkci dospělců, jejichž růst je malý a hmotnost kolísá. Jejich úmrtnost je však malá.
- veškerou proměnlivost hodnot je nutno vždy vztahovat na jednotku času
- musíme často použít data v literatuře, někdy odhady podle příbuzných druhů apod.

Trofické řetězce a sítě.

Jedná se o přenos látek v potravě od zelených rostlin (primárních producentů - P) ke konzumentům, kteří tvoří sérii živočichů postupně konzumovaných ($K_1 - K_n$).

- Nejkratší řetězec tvoří např. vojtěška - kráva - člověk.
- Jiné příklady: vojtěška - hraboš polní - lasice - liška. V lese např. dub - obaleč dubový - sýkora koňadra - krahujec, popř. jiný dravec (predátor). Ve vodních ekosystémech: fytoplankton - zooplankton popř. zoobentos - drobné ryby – větší dravé ryby - popř. štika - vydra jako vrcholový predátor.
- V těchto řetězcích organizmy, získávající potravu ze stejné trofické kategorie (článku potravního řetězce) počítáno od rostlin, představují stejný **potravní stupeň**, neboli **trofickou úroveň**.

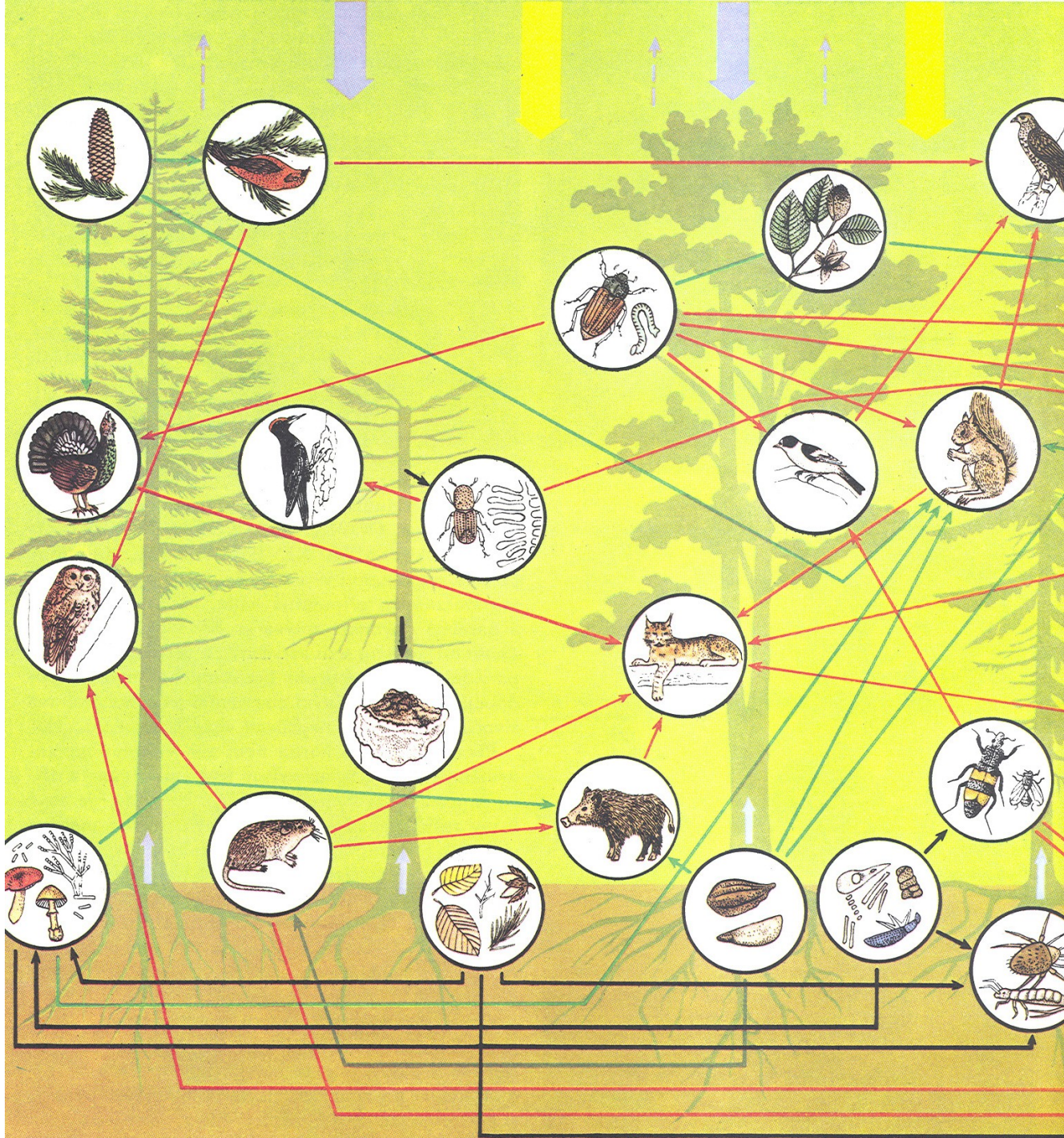
- Články trofického řetězce:
 - 1.) autotrofní rostliny (**producenti P**),
 - 2.) **fytofágové** (konzumenti - K_1),
 - 3.) **zoofágové** požírající fytofágy (K_2)
 - 4.) **zoofágové** požírající popř. jiné zoofágy (K_3)
 - 5.) **vrcholoví predátoři** (K_4)



Typy potravních řetězců:

- **Pastevně-kořistnický** - vede od rostlinných producentů přes fytofágní konzumenty k zoofágním predátorům, popř. k člověku. U živočichů se velikost těla zvětšuje, jejich populační hustota naopak zmenšuje. Čím větší je živočich, zejména masožravec, tím větší je jeho revír. Konzumenti, jakožto blok stejného potravního charakteru, představují jeden ze 4 nezastupitelných bloků každého ekosystému.
- **Parazitický**- zdrojem potravy parazitů je jejich hostitel, rostlina nebo živočich. Následným článkem je hyperparazit, konzumující tělo parazita. Velikost těla parazitů se zmenšuje, jejich početnost naopak zvětšuje. Potravní vazby parazitů jsou často složité, někdy dochází ke střídání hostitelů, nebo i rozdílným hostitelům u samců nebo samic parazita. O těchto vztazích pojednává parazitologie.
- **Dekompoziční (rozkladný)** - vede od odumřelé rostlinné nebo živočišné hmoty přes četné návazné dekompozitory až k mikroorganismům, kteří mrtvou organickou hmotu zcela rozkládají a v konečné fázi mineralizují, poskytujíce tak živiny pro blok producentů. Velikost jejich těla se postupně zmenšuje, početnost naopak zvyšuje až k neobyčejně vysokým hodnotám. Iniciálními (počátečními) dekompozitory jsou živočichové, finálními (koncovými) rozkladači jsou mikroorganismy. Blok dekompozitorů je v ekosystému nepostradatelný, protože rychlost dekompozice rozhoduje o rychlosti primární produkce

Sluneční energie

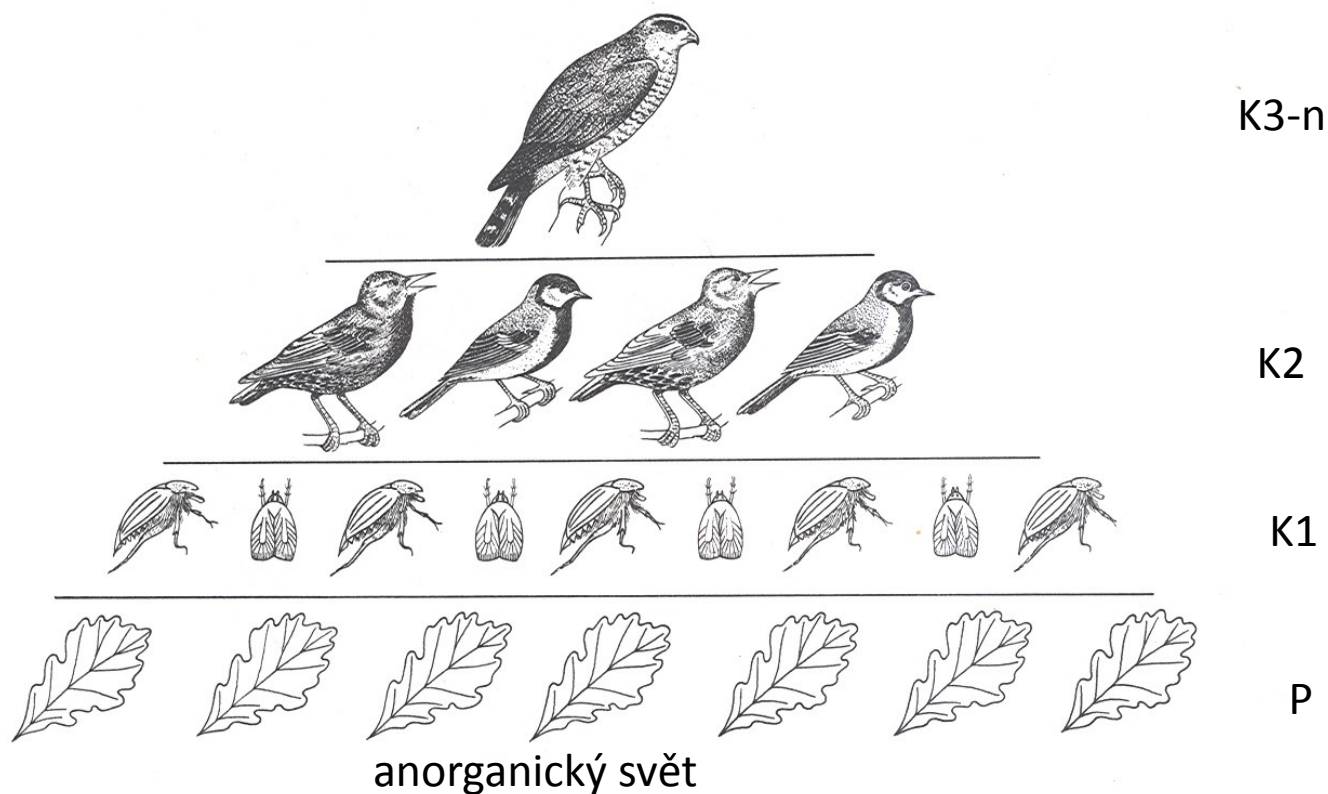


P - Kn

D + anorganický svět

Potravní pyramidy

- Jde o **kvantitativní a grafické vyhodnocení** jednotlivých článků potravního řetězce nebo celé potravní úrovně. Trofické úrovně jsou navrstveny nad sebou v tom pořadí, jak po sobě následují v potravních řetězcích.



Pyramida početnosti

- vyjádřena početností jedinců (např. $n \cdot \text{ha}^{-1}$) v jednotlivých potravních článcích
- drobné organizmy jsou obecně nejpočetnější
- **pastevně-kořistnický řetězec** - s růstem velikosti organismů jejich početnost postupně klesá
- **parazitický řetězec** - 1 hostitel - mnoho parazitů – popř. ještě více hyperparazitů
- **dekompoziční řetězec** (velikost dekompozitorů se zmenšuje, jejich početnost naopak roste).
- je nejméně instruktivní
- a) mnoho malých jednotek podpírá jednu vyšší
- b) postupně mizí energie k dispozici pro následující článek
- c) rychlost metabolismu je nepřímo úměrná k velikosti těla organismů - čím větší velikost těla, tím pomalejší metabolismus, produkce biomasy i rozmnožování
- může být částečně nebo i zcela obrácená – „na 1 ha lesa je počet dubů podstatně menší než tisíce housenek obaleče dubového“
- nadhodnocuje význam a funkci drobných avšak početných organismů

Pyramida biomasy

trofické články jsou vyjádřeny v biomase, která se momentálně nachází na jednotce plochy (g.m⁻², nebo kg . ha⁻¹ apod)

vyjádřena v čerstvé hmotnosti

sušiny

obsahem C,

obsahem energie v kJ apod.

lépe vystihuje trofickou strukturu

poskytuje hrubou představu o množství potravní energie pro jednotlivé články potravního řetězce

- vyjádření statické, které ukazuje pouze okamžitý nebo průměrný stav
- může být také obrácená (okamžitá biomasa zelených vodních ras může být menší než biomasa zooplanktonu, který se jimi živí)
- čím menší organizmus, tím rychlejší je jeho metabolismus (1 g řas může být metabolicky rovnocenný mnoha g listí na stromě)
- nadhodnocuje význam a funkci velkých organizmů.

Pyramida produkce

- trofické úrovně jsou vyjádřeny velikostí jejich produkce, tj. hmotností vytvořené biomasy na jednotce plochy za jednotku časovou (např. $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)
- je vždy správně orientována, tj. hrotem nahoru.
- dynamicky znázorňuje průchod potravy trofickým řetězcem
- uplatňuje se v ní čas jako další faktor
- umožňuje zhodnotit význam jednotlivých populací v celkovém toku energie potravním řetězcem
- dovoluje srovnávat různé ekosystémy navzájem (terestrické i akvatické)

Literatura

Begon, M.. Harper, J.L.. Townsend, C.R: Ekologie. Jedinci, populace a společenstva. Universita Palackého Olomouc. 1997. 950 s.

Jakrlová. J.. Pelikán. J.: Ekologický slovník terminologický a výkladový. Fortuna Praha. 1999. 144 s.

Klimo. E. a kol.: Lesnická ekologie. Učební text MZLU v Brně. 1994 (2. vyd. 2001). 167 s.

Laštůvka. Z.. Krejčová. P.: Ekologie. Konvoj Brno. 2000. 184 s.

Losos a kol.: Ekologie živočichů. Praha. SPN. 1984. 316 s.

Slavíková. J.: Ekologie rostlin. SPN Praha. 1986. 365 s.