

## Ekologie - úvod, historie, oblast zájmu

Znalosti ekologických souvislostí využívány odnepaměti (sběr potravy, lov, zemědělství)

1869 – Ernest Haeckel poprvé používá termín „ekologie“ (řeč. οίκος [oikos] = dům).

Definice: „Ekologie je vědecké studium vzájemného působení mezi organismy a prostředím.“

1972 – C.J. Krebs nová def.: „...vědecké studium interakcí, které ovlivňují výskyt a hojnost organismů“.

### Tři úrovně pohledu ekologie na organismy:

- 1) organismus (jako jedinec)
- 2) populace (jako soubor jedinců téhož druhu)
- 3) společenstvo (jako soubor populací)

### Postavení ekologie v systému věd:

Původně jedna z biologických disciplin, v současnosti samostatný multidisciplinární obor s výrazným interdisciplinárním charakterem (využívá data biologická, geologická, geografická, chemická,... k jejich zpracování se využívají metody dříve v biologii neobvyklé – např. matematické modely,...).

### Ekologické disciplíny:

ekologie rostlin (fytoekologie); geobotanika (ve střední Evropě)

ekologie živočichů (zooekologie)

ekologie bakterií, hub,...

antropoekologie – vztah člověka k prostředí

globální ekologie – souvislosti a změny na celé planetě, jejich vliv na život

cenologie – zabývá se organismy na úrovni společenstev (cenos) – fytocenologie,

zoocenologie, biocenologie

biogeografie – rozšíření biologických druhů v prostoru a čase; hraniční disciplína, nebývá řazena mezi ekol. obory

krajinná ekologie – studuje souvislosti mezi částmi krajiny, změny krajiny

paleoekologie – zabývá se ekosystémy vymizelými před tisíci lety až miliony let

### Přístupy v ekologii

autekologie – studium buď jednotlivého organismu, nebo druhu

synekologie – studuje organismy sdružené ve vyšší jednotky (společenstva)

## Organismy a prostředí

Prostředí = soubor faktorů, působících na organismus.

Faktory (též složky) prostředí:

- 1) podmínky
- 2) zdroje

Podmínka – abiotický faktor prostředí, který se mění v prostoru a čase a na který organismy různě reagují. Mohou být modifikovány přítomností jiných organismů. Např. teplota, relativní vlhkost, pH, salinita...

Zdroj – faktor prostředí, který je spotřebováván nebo využíván jiným organismem a tím se může stát pro jiný organismus nedosažitelný nebo méně dosažitelný. (To, co je organismem konzumováno). Především látky (potrava), energie (záření) a místa, kde organismy prožívají své životní cykly.

Ekologická valence (též ekologická přizpůsobivost) – rozmezí faktorů, za nichž je organismus schopen existence (optimum, minimální a maximální hodnota podmínek)

organismy s úzkou ekol. valencí – stenoekní (stenovalentní)

organismy se širokou ekol. valencí – euryekní (euryekní)

Ekologická nika – kombinace podmínek a zdrojů, které dovolují druhu zachovat životaschopnou populaci (zahrnují potravní vztahy, nároky druhu na prostředí atp., ale i místo)

Např. ekologická nika druhu babočka kopřivová: denní motýl, vyskytuje se v Evropě v otevřené krajině, na okrajích lesů a v zahradách, do nadmořské výšky 3000 m, potrava housenky – kopřiva dvoudomá, dospělci se živí květním nektarem, ...

Biotop x nika x lokalita

biotop (= stanoviště) – typ prostředí, kde konkrétní organismus žije, definovaném jeho životními podmínkami (např. louka, rašeliniště, listnatý les...)

lokalita (= naleziště) – konkrétní, geograficky přesně vymezené místo výskytu organismu (např. sečený trávník v parku na Chodském náměstí v Plzni, 3 m severně od pátého stánku od Klatovské třídy...)

Organismy odrážejí ve vlastnostech charakter prostředí

– teoretická šance všech druhů ovládnout celý zemský povrch, ale selektivní síla prostředí

Adaptace vs. abaptace – prostředí funguje jako „síta evoluce“, jímž jsou odfiltrovány všechny organismy s nevhodnými kombinacemi vlastností, a tedy neschopné přežít změny.

Rozšíření organismů v globálním měřítku – několik zásadních vlivů:

- pohyby zemských hmot (viz rozšíření velkých nelétavých ptáků na jižních kontinentech)
- klimatické změny (střídání glaciálů a interglaciálů – viz glaciální relikty v bývalých nunatacích, změny boreální hranice lesa apod.) a s tím související migrace organismů.

Ostrov – organismy se omezují na typy schopné se na ostrov dostat (ptáci, plovoucí živočichové, rostliny s plovoucími nebo větrem přenosnými diasporami), ty se však v izolovaných podmínkách ostrova mohou vyvíjet v druhy další (urychlená evoluce díky volným ekologickým nikám) – např. Darwinovy pěnkavy na Galapágách.

Prostředí určuje tvar a chování organismů – nepříbuzné druhy, žijící ve stejném prostředí, si mohou být podobné vzhledově nebo i chováním – konvergentní vývoj (velcí mořští masožravci – paryba, ryba, Ichtyosaurus, delfín, tučňák)

Podobným případem je paralelní vývoj, kdy ze dvou různých směrů evoluce fylogeneticky spřízněných skupin vzešly organismy se stejnými nebo podobnými vlastnostmi a využívající srovnatelné niky v geograficky izolovaných oblastech (placentální a vačnatí savci).

Jeden druh může v rozdílných prostředích vytvářet „místní formy“ – ekotypy, které jsou adaptací druhu na místní podmínky (např. borovice lesní, *Pinus sylvestris* má řadu ekotypů, lišících se výškou kmene, větvením, ...).

Výrazným příkladem souladu mezi organismy a prostředím je závislost jednoho organismu na druhém – všechny případy symbiózy, opylení hmyzem (entomogamie), druhově specifictí parazitě, nebo závislost konzumenta na jednom typu potravy (koala – *Eucalyptus*, panda velká – bambus) – koevolučním procesu.

## Podmínky

### *Teplota*

Teplota organismů

Závislost organismů na teplotě prostředí – organismy:

- 1) homoiotermní (se stálou tělesnou t) x poikilotermní (s nestálou t)
- 2) endotermní (zdroj tepla vnitřní) x ektotermní (zdroj tepla vnější)

Vliv extrémních teplot na organismy:

Vysoké teploty – poškození organismu v důsledku inaktivace enzymů (denaturace proteinů vysokou teplotou), metabolické nerovnováhy (při vysokých teplotách rostliny rychleji transpirují než fotosyntetizují ⇒ „hladovění“) nebo dehydratací

Nízké teploty – pod bodem mrazu poškození buněk vznikem ledových krystalů, při nízkých teplotách nad bodem mrazu zpomalení metabolismu („hladovění“)

### *Teplota prostředí*

– závislá na:

- 1) zeměpisné šířce (nejvyšší teploty nejsou na rovníku, na rozdíl od teplot průměrných!) – teplotní pásma, jimž odpovídají jednotlivé biomy
- 2) sezónnosti počasí
- 3) nadmořské výšce (vertikální teplotní gradient)
- 4) kontinentalitě (závislost rozdílné rychlosti ohřevu souše a moře, množství srážek, ...)
- 5) mikroklimatu (místní odchylky od klimatu, odpovídajícímu teplotnímu pásmu)
- 6) hloubce (týká se půdy a vody)

Ekologická pravidla, související s teplotou:

Allenovo pravidlo – endotermní živočichové z oblastí chladného klimatu mají obvykle kratší končetiny a tělní výběžky než jim příbuzní živočichové z oblastí teplejších (polární liška vs. fenek).

Bergmannovo pravidlo – velcí savci jsou v chladnějších oblastech obvykle mohutnější (liška, medvěd)

– obojí souvisí se zachováním tepelné energie

Vodní prostředí – limitující obsah rozpuštěného kyslíku (rozpuštnost se stoupající teplotou klesá)

Suchozemské prostředí – vliv teploty na vlhkost vzduchu

### ***Vlaha***

Veškerý život na Zemi je závislý na přítomnosti vody (méně limitující je voda pro vodní organismy, pro organismy žijící na souši je nejdůležitější podmínkou).

Suchozemské organismy žijí v prostředí, v němž je obsah vody (= vlhkost) nižší, než koncentrace vody v organismu. Ten je tak vystaven neustálým ztrátám vody. Ke kompenzacím ztrát jsou vyvinuty různé mechanismy – zmenšení povrchu, zkrácení doby expozice, exkrece suchých produktů,...

Jiná situace u suchozemských rostlin, jejichž nadzemní část také ztrácí vodu, ale kořeny v prostředí s relativním dostatkem vody. Pro asimilující rostlinu je voda důležitější než pro živočichy – je zapojena přímo do chemismu fotosyntézy ( $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$ ). Pro rostliny je voda spíše zdrojem, než podmínkou (fixace rostlinného organismu na jedno místo, možnost zmenšení množství dosažitelné vody)

Vzdušná vlhkost úzce souvisí s teplotou a větrem – může se snadno měnit se změnami počasí, navíc závisí na teplotních pásech (v arktických podmínkách je relativní vzdušná vlhkost podstatně nižší, než v tropech)

### ***Reakce půdy a vody (pH)***

– pH udává koncentraci iontů  $\text{H}^+$  v prostředí (kyselé prostředí – vyšší konc.  $\text{H}^+$ ,  $\text{pH} < 6$ , zásadité prostředí – vysoká koncentrace  $\text{OH}^-$ ,  $\text{pH} > 8$ )

Tyto ionty pro většinu organismů toxické při  $\text{pH} < 3$  a  $\text{pH} > 9$  – (přímé poškození protoplastu).

Nepřímý vliv pH – mění se dostupnost některých živin, jiné ionty mohou působit toxicky.

Např.: pro rostliny: při  $\text{pH} 4,0$  až  $4,5$  vyplavování kationtů  $\text{Al}^{3+}$  do půdy v toxickém množství, stejně tak i ionty  $\text{Mn}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$ . Naopak v zásadité části spektra pH – rostliny mohou pociťovat deficit těchto živin, stejně jako fosfátů ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), které jsou při vysokém pH vázány v nerozpustných sloučeninách (interakce mezi podmínkou – pH – a zdrojem – fosforečnanovým kationtem)

Vliv na živočichy: V kyselém prostředí (vodním nebo půdním) druhová rozmanitost klesá – klesá možnost osmoregulace, aktivita enzymů, zvyšuje se koncentrace těžkých kovů (hlavně hliníku)

### ***Salinita***

- ovlivňuje osmoregulaci organismu (pohyb vody po osmotickém gradientu – z místa o nižší koncentraci solí do místa s koncentrací vyšší).

Hypotonické (konc. solí v prostředí je nižší než v org.), hypertonické (konc. solí v prostředí je vyšší než v org.) a izotonické prostředí (konc. solí v prostředí a organismu je podobná).

Organismy ve slaném prostředí musí mít mechanismy buď zabraňující ztrátám vody, nebo eliminující účinek solí (odstraňování solí mimo organismus).

Organismy žijící ve slaném prostředí – halofilní (rostliny – halofyty, může dojít k morfologickým změnám, připomínajícím sukulentní rostliny – halosukulenci – např. středomořský druh z čeledi miříkovitých *Crithmum maritimum*, jenž roste na mořském pobřeží). Vysokou koncentraci solí snášejí také rostliny, rostoucí v „obojživelných“ lesích – mangrovech.

Druhotné zasolení – v aridních oblastech, obvykle na zavlažovaných plochách, dochází k vymývání živin z nižších vrstev půdy. Protože je ale odpar větší než příjem vody, soli z roztoků, jež vzlínají k povrchu půdy, se zde koncentrují.

### ***Znečišťující látky***

– podmínka nabývající stále většího významu (kyselé deště, skleníkový efekt, těžké kovy, pesticidy,...).

Na místech, vystavených účinku toxických látek, dochází k přirozenému výběru nejodolnějších jedinců (abaptace!) a to pouze těch druhů, které jsou schopny znečišťující látky tolerovat. Vznikají tak druhově chudá náhradní společenstva, složená z tolerantních jedinců odolných druhů. Tito jedinci pak umožňují vznik odolných populací.

### ***Další podmínky prostředí:***

Proudění vody (rychlost, turbulence), struktura půdy a substrátu (pevnost podkladu, prostupnost pro vodu, vzduch a živiny), hloubka vody a půdy (vztah k tlaku a množství záření)...

## Zdroje

- to, co organismus konzumuje. Zdroje, na rozdíl od podmínek, je možno vyjádřit v množství, které se může činností organismů zmenšit

Liebigův zákon minima:

Pro výskyt a život organismu je limitujícím faktorem ten, který je dostupný v kriticky nejmenším potřebném množství. (např. rostlina má přístup k dostatečnému množství fosforu a draslíku, její růst ale nebude zdárný, bude-li mít rostlina nedostatek dusíku – ten je v tomto případě, limitním faktorem).

### ***Sluneční záření***

– jediný zdroj energie pro zelené rostliny a podstatný zdroj energie fixované v biomase.

Elektromagnetické vlnění, charakteristické svojí vlnovou délkou ( $\lambda$ ) a energií (E).

Na zemský povrch dopadá široké spektrum vlnění v rozsahu vlnových délek asi 300 nm až 10  $\mu$ m, lidské oko vnímá 390 až 760 nm („světlo“), oblast < 390 nm patří do UV oblasti, > 790 nm do IR.

Zásadní význam pro život na Zemi má oblast 380 – 710 nm, využívaná rostlinami jako zdroj E pro fotosyntetickou asimilaci uhlíku – tzv. fotosynteticky aktivní záření (PAR, též FAR, PhAR). To představuje asi 44% záření, dopadajícího na zemský povrch.

Při dopadu záření na list dochází buď:

- a) k odrazu (reflexe) – bez vlivu na rostlinu (závislost na úhlu dopadu)
- b) k průchodu listem (transmise) – spojeno se změnou vlnové délky (listem prochází hlavně zelená a červená složka), část se mění na teplo
- c) k pohlcení některými pletivy (absorpce): kutikulou (99% UV) nebo asimilačním pletivem (FAR) a E zachycena fotosystémem chlorofylu a energie využita pro syntézu energeticky bohatých sloučenin (sacharidů).

Pro zajímavost: experimentálně bylo zjištěno, že rostliny využívají nejvýše 3 – 4,5% záření, dopadajícího na povrch listu! Na těchto nepatrných hodnotách závisí energetika všech ekosystémů na planetě a pouze toto množství energie je poutáno v biomase!!!

Intenzita fotosyntézy

Rychlost fotosyntézy závisí na některých podmínkách (teplota) a dostupnosti dalších zdrojů, především vody. Toto je částečně řešeno fyziologickým nebo morfologickým přizpůsobením rostliny (C3, C4 a CAM – rostliny).

Intenzita záření je různá v různých zeměpisných šířkách, v různou denní a roční dobu.

## **Anorganické molekuly jako zdroje**

### ***Oxid uhličitý***

– pro fotosyntetickou asimilaci získáván výlučně z atmosféry (koncentrace kolem 300 p.p.m. + každoročně vzrůstá o 0,4 – 0,5%). Toto množství je pro rostliny plně dostačující – za normálních podmínek není CO<sub>2</sub> limitním zdrojem.

### **Voda**

– organismy získávají vodu z prostředí, živočichové jsou schopni získávat část vody při metabolismu (v některých extrémních případech tak krátkodobě pokryjí celkovou potřebu – velbloudi katabolismem tuku).

Pro rostliny je zásobárnou vody půda – v půdních pórech o různých průměrech. Kapilární kapacita – množství vody v půdních pórech kapilárních rozměrů, která v půdě zůstává i přes působení gravitační síly.

Ke kořenům se voda dostává ve směru gradientu vodního potenciálu – od míst s dostatečným množstvím vody k zónám, vyčerpaným kořenem.

Význam vody – pro rostliny – součást metabolismu, pro rostliny a ostatní organismy též rozpouštědlo pro minerály, prostředí všech biochemických reakcí a prostředek termoregulace

### **Minerální živiny**

– rostliny získávají minerály především z půdy ve vodních roztocích, živočichové vázané v organické podobě s potravou, menší část ve vodě.

Biogenní prvky – nezbytné pro život: N, P, S, K, Ca, Mg, Fe

Stopové prvky – např. Mn, Zn, Cu, B, Co,...

Některé prvky jsou rostlinou přijímány přímo, prostřednictvím kořene, velká část rostlin ale využívá pro získávání živin zvláštní symbiózy s houbami – mykorhizy, nebo s jinými symbiotickými organismy (např. N – bakterie *Rhizobium* u bobovitých).

### **Kyslík**

- zdroj pro téměř všechny organismy, obejde se bez něj jen malá část prokaryontních organismů

Zdrojem je výhradně atmosférický kyslík, pro vodní organismy tentýž rozpuštěný ve vodě (se stoupající teplotou klesá rozpustnost).

Kyslík se spotřebovává i při aerobním rozkladu organické hmoty ve vodním prostředí – tak může být limitním faktorem pro některé živočichy. Číselné vyjádření – biologická spotřeba kyslíku (BSK) – ukazatel organického znečištění vody.

Podmáčené půdy – odumírání kořenů rostlin, nepřizpůsobených podmínkám, díky kyslíkovému deficitu nebo přítomnosti „rozkladných plynů“ – sulfan, metan, ethylen, vzniklých činnostmi anaerobních mikroorganismů.

### **Organismy jako potravní zdroj**

Každý organismus je součástí řetězce vztahů, v nichž se stává pro jiné organismy zdrojem – potravního řetězce, složeného z článků – trofických úrovní.

Dochází k přesunu E a látek v potravě ze zdroje v rostlinách řadou organismů, které je požívají a samy jsou požívány. Velká část E se přitom ztrácí v podobě tepla – 80-90%. Čím je potravní

řetězec kratší (stejně tak čím blíže je daný organismus blíže k počátku řetězce), tím je dostupné množství E větší. Dva základní typy potravních řetězců:

- 1) pastevní (též pastevně-kořistnický) – prvním článkem jsou producenti, dále herbivoři (konzumenti I.řádu) a karnivoři (konzumenti II. a vyšších řádů)
- 2) detritový – od mrtvé organické hmoty do mikroorganismů, detritovorů až k jejich predátorům.

Potravní řetězce netvoří izolované sledy, ale jsou vzájemně propojeny → potravní sítě, v nichž jednotlivé články řetězce představují tzv. trofické úrovně

#### Trofické úrovně řetězců:

1) Producenti (zelené rostliny a autotrofní prokaryota) – produkují biomasu z anorganických látek

2) Konzumenti – všechny ostatní skupiny organismů, tj. ty které konzumují ve větší či menší míře organismy jiné. Několik podskupin:

a) Parazité – využívají jako svůj zdroj živý organismus, obvykle jej nezabíjejí

b) Predátoři – potravní organismus obvykle zabíjejí a požírají, mohou se ale žít pouze částmi tohoto organismu. Do skupiny predace patří i pastva. Podle typu přijímané potravy – herbivoři – býložravci  
– karnivoři – masožravci

c) Dekompozitoři (rozklad) – odumřelé organismy jsou společně s exkrety zdrojem potravy pro dekompozitory – rozkladače (bakterie, houby, detritovorní živočichové – chvostoskoci,...).

Někdy se ještě odlišují reducenti (část bakterií), jenž převádějí látky organické na anorganické (např. organický dusík na amonný, využitelný opět producenty)

#### Hodnota rostlinné a živočišné potravy

Zásadní rozdíly mezi rostlinnou a živočišnou potravou:

1) stavební látky – živočichové – bílkoviny, rostliny – sacharidy; tím dán poměr uhlíku a dusíku (C:N u rostlin asi 40:1, zatímco u hub, bakterií a živočichů je tento poměr asi 8:1). Přesun biomasy od rostliny k živočichovi spojen s masivním spalováním uhlíku (→CO<sub>2</sub>) nebo masivním příjmem N.

Problém celulosy – nejrozšířenější organická látka v přírodě, ale málo organismů ji umí metabolizovat.

2) poměr obsažených látek v různých částech potravního organismu – větší rozdíl mezi orgány u rostlin (stonek, list, semeno, plod) než u živočichů.

Organismy se brání pozření jinými pomocí různých mechanismů – fyzických (trny a ostny, krunýře,...), chemických (obsažené toxiny nebo odpuzující látky), příp. pomocí mimikry.

#### **Energie nemůže být, na rozdíl od živin, použita opakovaně!!!**

– ztráty E v podobě tepla



## Koloběh živin – základní biogeochemické cykly

– cykly oběhu látek mezi živými organismy a prostředím. Nejdůležitější živiny: uhlík, dusík, fosfor, síra.

Obecně: živiny z určitého původního zdroje se zapojují do potravních řetězců a stávají se součástí metabolismu, aby se na konci opět dostaly do prostředí (mimo organismy) a opět se zapojily do cyklu, nebo mohou být zakonzervovány v podobě sedimentů (únik z cyklu).

Každá živina má formu mobilní (anorganickou) a fixovanou (organickou).

### Koloběh uhlíku:

Veškerý uhlík, vázaný v organismech, pochází z atmosférického CO<sub>2</sub>. Producenti jej převádějí na organickou formu – především sacharidy a bílkoviny.

Dále dvě cesty – jednotlivými potravními řetězci.

Pokud se uhlík nepodílí na výstavbě těl organismů, je činností reducentů znovu převeden na CO<sub>2</sub>.

Může uniknout z cyklu – v podobě CaCO<sub>3</sub> (měkkýši... → vápenec) nebo tzv. fosilních paliv. Činností člověka se opět dostává do atmosféry – narušení rovnováhy koloběhu

### Koloběh dusíku:

Zdrojem anorganického dusíku je atmosféra (obsah 78% N<sub>2</sub>), ale také sopečná činnost (oxidy dusíku, amoniak).

Atmosférický dusík se do biosféry dostává působením blesku ale také činností organismů. Schopnost fixovat plynný dusík má jen několik málo organismů – sinice (např. *Anabaena*, *Nostoc*), půdní bakterie (*Azotobacter*) nebo symbiotické organismy (bakterie rodu *Rhizobium* u čel. *Fabaceae* a aktinomycety r. *Frankia* u olší). Všechny tyto organismy převádějí molekulární dusík na tzv. organický dusík – skupinu NH<sub>2</sub>- (součást aminokyselin). V této podobě ± setrvává po celou dobu přítomnosti v potravních řetězcích. V dekompoziční fázi řetězce jej pak nitrifikační organismy převádějí na minerální formy – přes NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na dusík nitrátový (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – v těchto podobách může být využit rostlinami jako zdroj N, vymyt z půdy (rozpuštěné formy!), nebo je denitrifikačními bakteriemi převeden nejprve na oxidy (NO<sub>x</sub>) příp. až na N<sub>2</sub>.

Rovněž tento koloběh je narušován činností člověka – plynné emise oxidů dusíku zvyšují dotaci ekosystémů dusíkem (→ eutrofizace díky spadu).

Vstup dusíku do ekosystémů: srážkami (působení blesku) 6,5 kg/ha/rok

fixace organismy 14 kg/ha/rok

Z toho se pouze 4 kg ztrácejí ve vodních tocích (vymytí) – důkaz pevné vazby N v biomase (BEGON et al. 1997).

## **Ekologie populací**

Populace – skupina organismů stejného druhu (nebo jiných skupin, v jejichž rámci si mohou jedinci vyměňovat genetické informace), jež se vyskytují na určitém území.

Charakteristiky populací:

Hustota populace (hrubá hustota) – počet jedinců (nebo biomasa populace) vztažená k jednotce prostoru (na plochu, objem atp.).

Ekologická hustota (specifická h.) – počet jedinců na jednotku příslušného biotopu (tj. prostoru, který může být populací skutečně osídlen) – např. ryby na vysychajících vodních plochách

Rychlost změny populace – udává proměnlivost populace v čase ( $= \Delta N / \Delta t$ , kde  $\Delta N$  je změna počtu organismů,  $\Delta t$  změna času).

Množivost (natalita) – schopnost populace vzrůstat (v demografii odpovídá pojmu porodnost); rozlišuje se maximální (absolutní, fyziologická) m. – teoretická maximální produkce nových jedinců za ideálních podmínek (je pro každou populaci konstantní) – a ekologická (též realizovaná) množivost – týká se populačního růstu za současných podmínek

Úmrtnost (mortalita) – počet jedinců, uhynuvších za určitou dobu

Věková skladba populace – zastoupení různých věkových skupin v p.; ovlivňuje natalitu i mortalitu

Celková biomasa

Zastoupení pohlaví (primární – teoretický údaj, sekundární – při narození, terciární – v dospělosti)

Růst populací

Modely růstu populace – J-, S- křivky; důležité veličiny  $r$  – růstová rychlost a  $K$  – nosná kapacita prostředí

J-model:  $dN/dt = r \cdot N$

S-model:  $dN/dt = r \cdot N \cdot (K-N)/K$

Životní strategie populací

- způsob využívání zdrojů a především způsob reprodukce

Koncept r/K-strategie (též r/K-selekce):

Podle tohoto modelu existují dva typy stanovišť, zvýhodňující jeden typ životní strategie (r nebo K)

K: stanoviště je trvalé nebo předvídatelně sezónní; populace o velké hustotě a poměrně konstantní velikosti. Jedinci vybraní K-selekcí mají větší velikost, opožděné a prodloužené rozmnožování, větší a méně početné potomstvo, o než rodiče (v mezích možností) pečují. → investují do zvětšení možnosti přežití, méně do rozmnožování („kapitalisté“ - investují do trvalejších hodnot).

r: – stanoviště s nepředvídatelnými změnami nebo je efemérní, se střídáním příznivých (velká rychlost růstu populace) a nepříznivých období (velká úmrtnost).

Organismy selektované selekcí typu r jsou charakterizováni těmito rysy: menší velikost, brzká dospělost, menší a početnější potomstvo. Méně investují do přežití, více do rozmnožování („proletáři“).

Koncepce CSR strategií (Grime): týká se rostlin; předpokládá 3 typy selekcí podle prostředí:  
C – kompetitivní selekce (prostředí s dostatkem živin, bez narušování a stresů)

S – strestolerantní (prostředí se stresem)

R – ruderální (prostředí narušované disturbancemi)

- existují kombinace

### Vztahy mezi populacemi

0...není vzájemný vztah

-...vztah omezuje populaci

+...vztah podporuje populaci

Typ vztahů	Vliv na druh 1	Vliv na druh 2
Neutralismus	0	0
Konkurence	-	-
Amensalismus	-	0
Parazitismus	+	-
Predace	+	-
Komensalismus	+	0
Protokooperace	+	+
Mutualismus	+	+

Neutralismus – populace se neovlivňují, např. populace králíka a babočky osikové

Konkurence (též kompetice) – vztah populací, který nepříznivě působí na růst a přežívání; populace s podobnými nároky na stanoviště, pod. potravními nároky atp.(= srovnatelná nika), např. vlk vs. liška

Amensalismus – populace jednoho druhu ovlivňuje negativně populaci dalšího druhu, aniž by z toho měla sama přímý užitek. Příklad výrazně asymetrické konkurence; též antibiosa, alelopatie (negativní ovlivňování konkurenční populace chemickými látkami), např. některé rostliny vylučují do půdy látky, potlačující růst jiných druhů

Parazitismus, predace – rozdíl obvykle ve velikosti a početnosti ve vztahu ke kořisti (hostiteli) a jeho zabití či nezabití

Komensalismus – jedna populace má z druhé užitek, druhá nic neztrácí ani nezískává, např. vztah dravec – mrchožrout (lev – hyena) – blízkost potravnímu parazitismu!, vztah detritovoři (vč. koprofágů) – živé organismy atp.

Oboustranně prospěšné vztahy (symbiosa s.l.) – dva stupně podle závislosti sledovaných populací na sobě:

Protokooperace – oboustranně prospěšné soužití, není ale nezbytné; soužití krab – sasanka, ryby-čističi – jiné ryby

Mutualismus (obligátní symbiosa) – soužití je nezbytně nutné pro život obou organismů; mykorrhiza, celulolytické organismy v trávicích traktech, nezmar zelený, lišejníky; úzký vztah k parazitismu (parazitická symbiosa)

## Ekologie společenstev

Chování jedinců jednoho druhu specifikuje populaci. Chování populací je typické pro vyšší hladinu – společenstvo.

Společenstvo (cenosa) – soubor populací všech druhů, žijících ve stejném prostoru a stejném čase; „soubor organismů, o nichž má smysl se bavit“.

Předmět zájmu ekologie společenstev – typické složení společenstev, interakce mezi druhy v rámci společenstva, chování společenstva jako celku (např. celková biomasa, produktivita společenstva) (superorganismus vs. soubor jedinců).

Ekosystém – pojem spojující biologická společenstva a abiotické složky jejich prostředí (různé úrovně ekosystémů – podle prostředí – vodní, suchozemské, podle typu vegetace – biomy, ekosystém nejvyššího řádu – biosféra)

### Popis společenstev:

druhový seznam – sám o sobě má malou hodnotu (neznámé zastoupení jednotlivých druhů), ačkoli je náročný na praktické provedení

zastoupení jednotlivých druhů – udáváno v % nebo speciální stupnice (Braun-Blanquetova stupnice)

biodiverzita (druhová bohatost společenstva) – indexy diverzity

Simpsonův (D):

$$D = 1 / \sum p_i^2$$

kde: index  $\sum$  nabývá hodnot 1 až  $S$

$S$  je počet druhů

$p_i$  = počet jedinců druhu  $i$  / celkovému počtu jedinců

Shannonův index (H):

$$H = -\sum p_i \ln p_i \quad (! \text{ Různí autoři používají různé logaritmy – log, ln, log}_2!!!)$$

Problém ekologie společenstev – přesné vymezení sledovaného ekosystému – obvykle podle fytocenos (více stabilní oproti zoocenosám).

Ne vždy ostré hranice – často přechodná pásma – ekotony. Ekotonální společenstva (též lemová s.) obsahují organismy typické pro obě sousedící společenstva + vlastní druhy  
→ zvýšení druhové pestrosti (okrajovému efektu)

Struktura společenstev se mění v prostoru (v mikro- i makroměřítku – reliéf, nadmořská výška, zeměpisná šířka) i v čase – sukcese, směřujícím ke společenstvu za daných podmínek stabilnímu – klimaxu – vysvětlit!!! TDL; univerzální klimax vs. koncept více klimaxů)

Autogenní s. – výsledek biologických procesů (akumulace rostlinného opadu, zastínění,...)

Alogenní s. – výsledek vnějších změn geofyzikálně-chemických podmínek (po disturbancích)

Primární vs. sekundární s.

Doba trvání sukcese od týdnů (řasy) až řádově 100 let (1000?)

Cyklická sukcese

Jak moc je klimax v současnosti reálným stavem? – regenerace společenstev po posledním glaciálu???

### **Biom, zonace ekosystémů**

Biom – ekosystémy širšího až regionálního rozsahu, s ± výrazně odlišenou klimaxovou vegetací (pojem biom zahrnuje celé společenstvo, nejen vegetaci – na rozdíl od pojmu formace). Rozlišuje se 8 suchozemských biomů, mořský a sladkovodní biom.

Z geografického pohledu je možné rozlišit dva směry zonace rozšíření organismů:  
horizontální (h. zonace) – v závislosti na zeměpisné šířce (zonobiomy, též vegetační pásma)  
vertikální (v. zonace) – závislost na nadmořské výšce (orobiomy, též vegetační stupně)

Podle příslušnosti do daného vegetačního pásma:

- 1) zonální biomy – odpovídají své „zóně“ – makroklimatu v dané zeměpisné šířce (~ zonobiom); u nás biom opadavého lesa mírného pásma
- 2) extrazonální b. – jejich výskyt na daném území neodpovídá dané klimatické zóně, mají obvykle vztah k jinému zonobiomu; závislost především na nadmořské výšce (~ orobiom) – např. vegetace alpských holí ± odpovídá severské tundře, teplomilná vegetace na vápencích má vztah k Středomoří
- 3) azonální b. – jejich výskyt není ovlivněn makroklimatem území, je výsledkem specifických pedologicko-hydrologických poměrů; např. rašeliniště, vegetace na hadcových substrátech...

Jeník (1993) nerozlišuje extra- a azonální ekosystémy - všechny shrnuty v pojmu „azonální“!

### *Horizontální zonace*

Rozlišení jednotlivých biomů podle těchto hledisek:

- 1) klimatické poměry – průměrná roční teplota, roční úhrn srážek (~ klimatickým pásmům v geografii)
- 2) sezónní změny počasí
- 3) charakter vegetace, velikost produkce biomasy,...

Hlavní suchozemské biomy:

#### 1) Tropické deštné lesy

- rovníkový pás mezi 10° s.š. a 10° j.š.; klima humidní až perhumidní (2 000-8 000 mm, 12 000), teplotně vyrovnané – amplituda max. 4°C, T prům. 24-29°C; vyrovnané klimatické poměry i během dne (amplituda max. 12°C); vysoká vzdušná vlhkost → 100%; délka dne 12h  
Půdy – silné chemické zvětvávání

Vegetace – les s výraznou patrovitostí (až 4), kromě stromů též liány, epifytické R; přizpůsobení opylování – chiropterogamie, entomogamie

Vysoká biodiverzita; zastoupení všech životních forem R

Typy TDL – nížinný, porůční, bažinný (rostliny s dýchacími kořeny), horský, mlžné l.

Tvorba plantáží – *Ficus*, *Hevea*, *Saccharum*, *Ananas*, *Oryza* – brzy vyčerpány živiny, opouštěny → druhotný les s ochuzeným druhovým spektrem

Mangrovy – slanomilné lesy v oblastech s dmutím moře, s režimem podobným TDL (přesahují pás – někde až za obratníky); přizpůsobení se halinnímu prostředí – sukulence, zvýšený obsah tříslovin; viviparie

## 2) Tropické sezónní lesy a savany

- mezi 10 a 25° s. a j. š.; klima se sezónními změnami – období dešťů a sucha, teplotní výkyvy malé v průběhu dne, větší mezi období sucha a deště, T prům. 20/30°C; srážkový úhrn 700-2000 mm (v savanách ještě nižší)

Půdy – není tak výrazná lateritizace, vyšší obsah jílovitých minerálů; vyšší sorpční kapacita; ilimerizace, později blokována okyselením

Vegetace – opadavé stromy; nižší diverzita stromů, nižší podíl lián a epifytů; směrem od rovníku se zvyšuje zastoupení graminoidů

Vliv požárů a býložravců na cyklus savana – TSL.

Africké savany jsou místem vzniku a evoluce rodu *Homo*  
Akácie

## 3) Tropické pouště a polopouště

- oblasti obratníků (v Ekvádoru ale např. na už na rovníku); aridní oblasti, roční úhrn srážek < 200 mm, výpar asi desetinásobný, prům. teplota kolem 30°, ale velké rozdíly mezi dnem a nocí (sucho, absence vegetačního krytu); silné větry

různý povrch pouští – písek, skály, ale i jíl (nejsušší pouště!)

Vegetace – převažují bylinné, často efemerní druhy; keře jen na lokálně příznivých místech (přístupná podzemní voda apod.); sukulenty a sklerofytní druhy

Fauna – zastoupeno velké množství plazů

Všechny organismy přizpůsobené deficitu vody (rostliny – shromažďování vody – sukulence, fyziologická přizpůsobení – CAM) a vysokým teplotám (zvětšení tělesného povrchu živočichů – větší ochlazování).

## 4) Středozevní tvrdolisté lesy – etésiová vegetace

Činností člověka patrně nejvíce pozměněný biot (oblasti nejdélejší dobu osídlené člověkem) Nevztahuje se pouze na oblast Středomoří (název podle vegetace podobné středomořské v.), mezi 30. a 40.° zem. šířky, vždy na západní straně kontinentů; původní rozsah indikován recentním rozšířením olivovníku (*Olea europaea*), dubu cesmínolistého (*Quercus ilex*) a borovice alepské (*Pinus halepensis*)

Klima význačné aridním letním obdobím, půda je ale vydatně zásobena vodou ze zimních dešťů; roční srážkový úhrn 500 – 600 mm, prům. roční teplota 15° C, v zimě výjimečně klesají teploty pod 0°. Malé výkyvy teplot – termoregulační schopnost moře

Půdy – barevné díky přítomnosti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; humusový horizont mělký, pak mocné jílovité červeně zbarvené půdy terra rossa; sorpčně nasycené

Vegetace charakteristická přítomností stromů a keřů, často vždyzelených a sklerofylních (rody *Quercus*, *Pistacia*, *Arbutus*, v australském STL r. *Eucalyptus*, z *Pinophyt* např. *Cedrus*, *Cupressus*, ale i palmy – *Chamaerops humilis*)

Na dlouho člověkem osídlených místech vznikají náhradní křovitá společenstva, nazývaná v různých zemích různě – makchie, garigue, chaparral, ...

## 5) Vlhké lesy mezotermního klimatu

- oblast J a Stř. Číny, J Korea, J Japonsko, Atlantské ostrovy; Kalifornie, Florida, JZ Afrika, J Brazílie až Argentina; Austrálie, Tasmánie, N. Zéland

Klima – bohaté srážky během celého roku (2000 mm), vysoká vzdušná vlhkost, teploty 8-22, ojediněle pod 0

Půdy – malá akumulace org. látek – vysoká mineralizace

Vegetace – vztah k tropické a OŠL, ale též mediteránní; typ vavřín – kožovité listy; vlhkomilné vavřínové-jalovcové lesy

#### 6) Stepi a kontinentální pouště mírného klimatu

Převážně travnatý ekosystém aridní oblasti temperátního pásma – vazba na kontinentální klima (terminologie – step – slovo ruského původu, používáno v eurasijské oblasti, Sev. Amerika – prairie, Jižní Amerika – pampa)

Na stepi navazují pouště mírného pásu – stresovány suchem v létě a nízkými teplotami v zimě  
Na rozdílných kontinentech v různých zem. šířkách

Prům. roční teplota 5 - 10° C (ale velké rozdíly mezi létem a zimou – léto měsíční prům. až 20° C, v zimě i hluboko pod nulou), srážkový úhrn pod 300 mm (prairie – až 1000 mm, stejně pampy, zde navíc nejsou mrazy)

Půdy – černozemě a kaštanové půdy; půdy s vysokým obsahem humusu a mocným humusovým horizontem; vysoký obsah Ca

Vegetace – výrazný podíl graminoidů a hemikryptofytů obecně, výrazné střídání sezónních aspektů – rozlišováno asi 11 během roku. *Stipa, Pulsatilla, Adonis, Linum, Eryngium,...*

#### 7) Opadavé širokolisté lesy

Zonobiom temperátního pásma severní polokoule (J – malé oblasti JA a jih NZ), k němuž patří i velká část našeho území (doubravy a bučiny). V Evropě na sever až ke Skandinávii, SV Rusku, na jih k středozevní oblasti.

Klima: teplotní průměr kolem 10° C, srážkový úhrn 500 – 1500 mm, nejvíce před nejteplejším měsícem. Limitujícím faktorem před vznikem jehličnatých měsíců > 120 dní s t > 10°C

Půdy: mineralizace střední intenzity – tvorba větší vrstvy opadanky; hnědozemě; rendziny, glejové a pseudoglejové půdy; podzolové p.

Převládají fanerofyty s typickým podrostem (chamaefyty, hemikryptofyty); ekologicky významný je způsob opylení – anemogamie

Stromy typické pro OŠL – duby, buk, habr, lípy, javory, jasan, jilmy, bříza, jeřáby,...

lokálně přistupují jehličnany – borovice, jedle, smrk, tis

Vertikální zonace ES OŠL

Zatlačení původní vegetace – kulturní krajina

#### 8) Jehličnaté tajgy

mezi 50. a 70. severní rovnoběžkou, na jihu navazuje na OŠL, na severu omezena polární (též boreální) hranicí lesa – probíhá po červencové izotermě 10°C

1 – 4 měsíce s denním teplotním průměrem > 10°C, značná amplituda mezi max. a min. teplotou (Sibiř až 100°C!)

Půdy – podzoly, ilimerizované, pseudogleje; nízká mineralizace díky malé aktivitě mikroorganismů

Vegetace – především jehličnany – *Pinus, Abies, Picea, Larix...*; ± jednovrstevné

Azonální ekosystém v oblasti tajgy – rašeliniště (klíčovými producenty biomasy jsou mechy – *Sphagnum, Polytrichum* – a rostliny z čeledí *Cyperaceae* a *Ericaceae*)

Extrazonální biot u nás – vysokohorské smrčiny

#### 9) Subarktické tundry



Bezlesé ekosystémy nad boreální hranicí lesa

Klima - t prům. > 0°C, nejteplejší letní měsíc má prům. 5 - 6°C, srážky 200 – 300 mm ročně; zima 9 – 11 měsíců, prům. teplota v nejchladnějším měsíci –36°C

Veškerý život se odehrává v nízké vrstvě nad zemí a mělké vrstvě půdy, která stačí přes léto rozmrznout; v hlubších vrstvách – permafrost

Půdy – mohutná vrstva moru; polygonální p.; tundrové gleje, slabě podzolové půdy

Vegetace – keře a keříčky, významná přítomnost lišejníků (lišejníková tundra – místa vystavená působení větru), hemikryptofytů. Pomalý vývoj rostlin – byliny až 100 let.

Význam mají teplokrevní herbivoři – sob, pižmoň, lumík, z dravců vlci, lišky. Během krátkého léta jsou v tundře i ptáci

Mořský biot

- vyšších rostlin málo – asi 50 druhů; řasy 35 000; fytoplankton, fytoobentos; eufotická zóna

- živočichové – všechny skupiny hojně zastoupené, kromě hmyzu

### **Vertikální zonace ekosystémů, orobiomy**

- závislost především na nadmořské výšce, ale též na orientaci vůči světovým stranám (expozice + sklon svahu). Společenstva vytvářejí ve vertikálním směru ± přesně vymezené biomy, ve vyšších nadmořských výškách téměř bez ekotonů.

Vegetační stupně v ČR (nadm. výšky pouze orientační – závislost na orientaci, kontinentalitě,...):

- planární (< 250 m)
- kolinní (250 – 500 m); 1. a 2. stupeň lesnického členění (dubový a bukodubový)
- suprakolinní (350 – 600 m); 3. dubobukový a 4. bukový
- submontánní (450 – 900 m); 4. bukový a 5. jedlobukový
- montánní (750 – 1100 m); 5. jedlobukový a 6. smrkojedlobukový
- supramontánní (1000 – 1370 m); 7. smrkový
- subalpínský (1370 – 1602 m); 8. klečový
- alpínský – (> 1600 m); 9. alpínský
- (nivální)



