

EKOLOGIE ROSTLIN I

1. Úvod do problematiky

Základní pojmy a termíny: ekologie, ekosystém, dodatková energie, biosféra, geobiocenóza, biotop, ekotop, nika, biomy, biota, ekologické limity, tolerance.

EKOLOGIE ROSTLIN

- studuje vzájemné vztahy rostlin a prostředí
- rostliny jsou v ekosystémech základní složkou, primárními producenty tvořícími základní trofickou (potravní) síť
- **AUTOEKOLOGIE** – studium na úrovni rostlinných **jedinců**
- **POPULAČNÍ EKOLOGIE** – studium na úrovni rostlinných **populací**
- **SYNEKOLOGIE** – studium na úrovni celého rostlinného **společenstva**

2. Energie – sluneční záření

SOLÁRNÍ KONSTANTA: průměrná hustota dopadajících paprsků kolmo k povrchu atmosféry = $1,38 \text{ kJ/m}^2\text{s}$ (1,38 kW)

- od atmosféry Země se odrazí 8% a od mraků 25% zpět do kosmu
- dalších 16% je absorbováno a přeměněno na teplo
- od povrchu Země se odrazí zpět do prostoru 4% sluneční konstanty

Na povrch Země dopadá

- 24% přímého záření slunce
- 16% záření rozptýleného od mraků
- 11% difuzní záření rozptýlené atmosférou

Hustota ozáření vodorovné plochy Země závisí na:

1. úhlu dopadu
2. výšce slunce nad obzorem
3. zeměpisné šířce
4. ročním obdobím
5. denní době

- v průměru představuje $0,254 \text{ kJ/m}^2\text{s} \cong 19\%$ solární konstanty

Spektrální složení slunečního záření:

- **Ultrafialové záření** (290–380 nm) $\cong 9\%$
- Oblast **viditelného záření** (380–750 nm) $\cong 45\%$; Tomuto rozsahu odpovídá fotosynteticky aktivní záření (FAR)
- **Infračervené záření** (delší než 750 nm) $\cong 46\%$

2.1. Adaptace rostlin na teplotu

Teplotní optima a limity:

- Závislost životních funkcí rostlin na teplotě je různá a druhově specifická.
- Každá jednotlivá životní funkce rostliny má své teplotní hranice.
- Většina u nás rostoucích terestrických cévnatých rostlin snáší poměrně široký rozsah teploty.

Rostliny **EURYTERMNÍ**: mají širokou amplitudu teplot (rozsah kolem 60°C)

Rostliny **STENOTERMNÍ**: mají relativně úzkou teplotní amplitudu, většinou se jedná o ponořené vodní rostliny a nižší rostliny (řasy, **XXX houby**)

- při překročení limitujících teplotních hranic dochází k poškození protoplazmy buněk a jejich odumření
- optimální teplota eurytermních rostlin je 20-25 °C

Z hlediska adaptace a rezistence rostlin k teplotě rozlišujeme:

1. **TERMOFYTY** – snášejí vysoké teploty
2. **PSYCHROFYTY** – nízké teploty
3. **KRYOFYTY** – rostliny žijící na sněhu

XEROTERMOFYTY – snášejí vysoké teploty a nedostatek půdní vlhkosti

- **JEHLIČNATÉ DŘEVINY** využívají pro svůj růst a vývoj **alespoň 30 dnů** v roce s průměrnými denními teplotami **nad +10°C**, toto krátké období stačí pro vytvoření zralých semen
- u **LISTNATÝCH DŘEVIN** je potřebná izoterma **+10°C nejméně** po dobu **120 dní** v roce

2.2. Adaptace rostlin na záření

1. **HELIOFYTY** (slunobytné rostliny)

- rostou na zcela nezastíněných stanovištích se 100% relativním ozářením
- jedná se např. o rostliny pouštní, stepní, tundrové, horské, některé vodní a polní plevele
- kompenzační bod je $9-20\text{W/m}^2 \text{ FAR} \cong 880-2000 \text{ Lux}$

2. **HELIOSCIOFYTY**

- jsou tolerantní ke 100% relativnímu ozářením, ale snášejí i zastínění různého stupně
- jedná se o velký počet druhů travinných a lesních společenstev

3. **SCIOFYTY** (stínobytné)

- Vyskytují se jen na zastíněných místech, dále některé vodní rostliny s ponořenými listy
- kompenzační bod je $2,5\text{W/m}^2 \text{ FAR} \cong 200 \text{ Lux}$

- Minimální nutné ozáření je určeno především **světelným kompenzačním bodem fotosyntézy**
- **Kompenzační bod** je taková hustota záření FAR, při níž množství CO_2 , vázané při fotosyntéze, se rovná množství CO_2 , vydávaného dýcháním. Čistý příjem $\text{CO}_2=0$. Není specifickou konstantou, mění se v čase, závisí na ontogenezi fotosynteticky aktivních orgánů rostlin.

- Adaptační rostlin mohou být morfologické, anatomické, fyziologické.
- **Fototropismus:** jednotlivé listy vyhledávají růstem svých řapíků polohu optimálního ozáření.

Modifikace slunečního záření = ekologicky závislou funkcí v ekosystému:

Na listech probíhají tyto změny:

1. **Reflexe (odraz):** 10-20% kolmo dopadajících paprsků závisí na postavení listů, povrchu listů (hladké, lesklé, matné, pokryté apod.). Reflexe je různá u jednotlivých vlnových délek.
2. **Absorbce:** závisí na množství a druhu pigmentů. 1% využito pro fotosyntézu, ostatní přeměněno na teplo.
3. **Transmise:** záření procházející listem, kvalitativní, kvantitativní změny. Množství prošlého záření závisí na tloušťce listu (tenké listy 40%, středně tlusté 10-20%, silné mnohdy nepropustné)

3. Teplota rostlin

- je výsledkem aktuální tepelné bilance listu, nebo porostu
- je nezbytným faktorem pro fyziologické procesy
- ve většině případů při přímém oslunění je o 2-8°C vyšší než teplota okolního vzduchu
- kořeny rostlin, které jsou v půdě mají stejnou teplotu, jako jejich půdní prostředí
- v noci klesá teplota povrchu rostlin pod teplotu vzduchu
- klesne-li teplota povrchu rostlin pod teplotu (vzduchu) rosného bodu, začne se na něm kondenzovat rosa
- zvláště na okrajích listů, špičkách; nejdříve však také namrzají
- **rostliny jsou organismy POIKILOTERMICKÉ – nemají vnitřní regulaci teploty. Jen málokdy se teplota jejich těla rovná teplotě vzduchu.**

<obr obr>

3.1. Výškový teplotní gradient

- roční průměrná teplota vzduchu klesá asi o 0–0,5°C na 100m výšky
- u vyšších nadmořských výškách se většinou mění i další faktory, množství srážek, relativní vlhkost, intenzita větru

Schéma vegetační výškové stupňovitosti:

1. **Dubohabrové lesy:** Ø 7-10°C, 400–500m n.m.
2. **Bučiny:** Ø 4-7°C, 800–1100m n.m., podhorský (**submon**)
3. **Smrčiny:** Ø 1-4°C, 1000–1500m n.m., horský (montánní)
4. **Klečové porosty:** 0-2°C, 1400–1800m n.m., subalpínský
5. **Alpínský:** 0 až – 4°C, nad 1800m n.m.

3.2. TEPELNÁ BILANCE

Energeticko bilanční rovnice:

$$Q_N = I_k + I_\alpha - I_e - \lambda \cdot E - H - P - F + R$$

- Q_N - čistý příjem energie
- I_k - iradiace (ozáření) – oblast viditelného záření
- I_α - iradiace (ozáření) – oblast infračerveného záření
- I_e - Infračervené záření ($I_e = \sigma \varepsilon T^4$)
- λE - skupenské teplo výparu (na 1g vody je třeba množství tepla $\lambda \approx 2,45$ kJ/g)
- H - výdej ohřevného tepla
- P - záření pohlcené půdou
- F - čistá rychlost fotosyntetické vazby FAR
- R - respirace

EKOLOGIE ROSTLIN II

4. Atmosféra

- v terestrických ekosystémech je ovzduší trvalým zdrojem chemických látek pro růst a vývoj rostlin
- některé chemické látky a sloučeniny obsažené v ovzduší působí na rostliny inhibičně, nebo toxicky.

4.1. Oxid uhličitý

- vlivem evoluce života na Zemi je jeho malé zastoupení (0,034 obj.%) možno vysvětlit převedením původně velkého množství CO_2 z atmosféry do biomasy
- atmosférický CO_2 je jediný přímý zdroj uhlíku pro tvorbu biomasy terestrických rostlin
- vlivem spalování fosilních paliv, koncentrace CO_2 v atmosféře stoupá exponenciálně s prognózou až do roku 2020
- hlavní zdroj CO_2 do atmosféry je půdní dýchání, kořenové dýchání. Dýchání půdních makro až mikroorganismů při dekompozici až mineralizaci organických zbytků – **biologická aktivita půdy**
- koncentrace CO_2 v půdním vzduchu je až 50x vyšší, než v atmosféře
- dýchání (respirace) živých makroorganismů, terestrických rostlin, živočichů a člověka je dalším zdrojem atmosférického CO_2
- tímto dýcháním se vrací do ovzduší téměř 1/3 CO_2 asimilovaného fotosyntetickými pochody zelených rostlin
- v současné době stoupá globální koncentrace CO_2 asi o **1 VPM** (objemových miliontín, **volume per milion**) vlivem spalování fosilních paliv → **skleníkový efekt**
- vzduch s vyšším obsahem CO_2 pohlcuje dlouhodobé vyzařování Země a tím se ohřívá

4.2. Kyslík

- produkt fotosyntézy autotrofních rostlin, vyrovnává bilanci
- kyslíku ve vzduchu je pro rostliny dostatek, 21% objemu vzduchu
- v půdě se může množství kyslíku stát limitujícím faktorem pro růst kořenů a normální vývoj rostlin
- záleží na půdním typu, **zhutnění**, problémy při záplavách
- kořenová pletiva trpí **hypoxií** (snížené množství kyslíku), nebo **anoxií** (úplný nedostatek)
- na nedostatek kyslíku se rostliny adaptují pomocí dýchacích kořenů, **chůdovitými** kořeny, **parenchymatická** pletiva ve stoncích, adaptují se **i enzymatické** systémy
- na pobřeží tropických moří, brakických vodách (mísení slané se sladkou) a zaplavovaných půdách se vyskytuje rostlinná formace **mangrove**

4.3. Znečištění atmosféry

- přirozenými zdroji při sopečné činnosti, lesních požárech, pouště, pyly R-stratégů, vysoký reprodukční potenciál **s tvorbou pylu** (alergie)
- látky vznikající s činností člověka
- kontaminace ovzduší látkami různého chemického složení
- **EMISE** (emitto=vysílání) – znečišťující látky, které se dostávají do ovzduší z různých zdrojů
- **TRANSMISE** – fyzikálně-chemické změny **při průchodem atmosféry** na vzdálenosti
- **IMISE** (imitto=vpouštění, **vázání**) – přeměněné emise, způsobují změny chemismu prostředí (kyselá dešť, **kyselá depozice**)

4.3.1. Tuhé emise

- prach, popílek, saze, pyly, eroze
- tvoří celkově asi 10%
- jedná se o produkty spalování tuhých paliv, průmyslové technologie, hutě, vápenky, cementárny; 46% podíl energetiky
- mohou obsahovat i vysoké koncentrace toxických látek (olovo, arsen, rtuť, měď, fluoriidy)

4.3.2. Plynné a kapalně emise

- sloučeniny síry (sirovodík, sirouhlík, sloučeniny uhlíku (CO₂, CO), oxidy dusíku, amoniak, sloučeniny chlóru, flóru (HF), aldehydy, ketony, parafíny, olefiny, alkiny, ferol, PAN (peroxyacetyl-nitrát)
- plynné emise tvoří asi 90%
- SO₂ na prvním místě, energetika; NO_x doprava
- ke zvyšování koncentrace plynných emisí přispívá reliéf krajiny, klimatické podmínky, vznik teplotních inverzí
- při fotochemickém **rozpadu** oxidů dusíku a uhlovodíků na ozón a **PAN** působí silně toxicky a způsobuje hynutí rostlin
- **plynné emise rozpuštěné ve vodě** vytvářejí slabé roztoky kyselin

- za poslední desetiletí stoupla acidita ve střední Evropě o 1,5pH
- snížení pH působí rychle u půd s nenasyceným sorpčním komplexem
- u vápenek a magnezitových závodů se hodnoty pH zvyšují
- extrémní změny vyvolávají negativní zhoršení edafonu (živá hmota půdy), kořenů rostlin, fyziologické změny, toxické účinky

4.3.3. **Vliv znečištění ATM na rostliny a rostlinná společenstva**

- rezistence proti vlivu imisí je různá a druhově specifická, důležité jsou podmínky stanoviště
- **intenzita působení imisí na rostliny je vysoká především když:**
 1. stanoviště rostliny je blízko zdroje
 2. stanoviště leží ve směru větru
 3. stanoviště je krajinné depresi
 4. dlouhá doba působení

➤ **Vlivy tuhých imisí na rostliny:**

1. **fyzikální působení** – popílek a prachové částice pokrývají povrch listů, ucpávají průduchy, zamezují výměnu plynů, snižují funkční pochody rostlin (fotosyntézu, transpiraci, dýchání)
2. **chemické působení** – pronikání do pletiv, rozrušování chlorofylu, snižování fotosyntézy. Tuhé imise se projevují toxicky v půdním prostředí, inhibují pochody mineralizační, mění **chemické** složení půdy a půdních mikroorganismů

➤ **Vlivy plynných imisí na rostliny:**

- plynné imise mohou působit na rostliny už bezprostředně, vnikají jako plyny do listových pletiv a ovlivňují metabolické pochody, nebo jsou přijímány kořeny z půdy, kam se dostávají rozpuštěné v dešťových srážkách
- v období vlhka jsou průduchy otevřené
- změny v rychlosti fotosyntézy
- **toxické působení imisí** je možné pozorovat na rostlinách již v počátku - především:
 - snížení růstu
 - nižší produkce
 - tvorba nekrotických skvrn na povrchu listů
 - mění se délka a průběh fenologických fází
 - listy předčasně opadávají
 - rostliny kvetou na podzim (**reforescence**)
 - snižuje se celková listová plocha
 - snížení hmotnosti a klíčivosti

- na základě měření bylo zjištěno, že první příznaky intoxikace (**snížení intenzity fotosyntézy** → snížení růstu a produkce při dlouhodobém působení) byly zjištěny **již při koncentraci 0,05ppm SO₂**, při 0,15ppm až 0,2ppm SO₂ dochází k akutnímu poškození rostlin
- v některých průmyslových oblastech však koncentrace SO₂ stoupá až na 1ppm

→ **snížená rezistence k nízkým teplotám v zimě** (mrazuvzdornost) a letní sucho

→ **snížení rezistence proti škůdcům** (změny v látkovém složení asimilačních orgánů)

→ SO₂ způsobuje v jehlicích smrku zvýšený obsah aminokyselin, snížený obsah cukrů, změny v obsahu škrobu, chlorofylu, změny v obsahu a složení silic, rozrušení buněk, uvolnění tříslovin a snížení množství vosků

EKOLOGIE ROSTLIN III

5. Hydrosféra

VODA = důležitý faktor, účastní se všech hlavních pochodů v ekosystému (metabolické pochody, biochemické procesy, rozpouštědlo)

- v pletivech suchozemských rostlin je obsaženo 80-90% vody
- suchozemské rostliny jsou na stanovišti závislé na obsahu vody v půdě

5.1. Atmosférické srážky

- jsou zdrojem vody pro ekosystémy
- **vertikální srážky**: déšť, sníh
- **horizontální** (kondenzační): mlha, rosa

5.1.1. Déšť

Množství srážek je dáno zeměpisnou polohou, nadmořskou výškou, ročním úhrnem srážek a rozložením srážek během roku.

➤ **Skutečné množství srážek je modifikováno několika faktory:**

1. modifikace srážek reliéfem terénu

- orientace ke světovým stranám návětrné strany mají vyšší srážkový úhrn než závětrné
- srážkový stín
- u kopců s nižší relativní výškou je situace opačná
- modifikace úhlem sklonu stanoviště vzhledem k odtokovým poměrům

2. nadmořská výška – vyšší množství srážek v horských oblastech

3. fyzikální a chemické vlastnosti půdy a podloží

- Na půdě nepokryté vegetací závisí podíl vody která se dostane vsakováním **na textuře a struktuře půdy**, tedy na jejím zrnitostním složení a půdních agregátech. Významný je také obsah organických humusových složek v půdě.

4. struktura vlastního porostu

- určitý podíl srážkové vody se zachytí na nadzemních orgánech rostlin (koruna smrku 50%; buk 20-30%)
- ve společenstvu je tato **intercepce** (zachycení) srážek tím vyšší, čím je větší **stratifikace** (vytváření více rostlinných pater)

5.1.2. Sněhové srážky

- množství srážek je určeno opět expozicí a sklonem terénu
- sníh se hromadí na závětrných stranách, na návětrných je sněhu méně
- **význam sněhové pokrývky:**
 - a. je zdrojem vody v půdě, zvláště při pozvolném tání
 - b. tepelná izolace – při teplotě -20°C a sněhové pokrývce 50cm se udržela teplota povrchu půdy kolem 0°C
 - c. mechanické působení sněhu na rostliny: odrušování, laviny
- rostliny **CHINOFOBŇÍ** (sbněhobojné) společenstva vyskytující se na místech s malou nebo žádnou sněhovou pokrývkou (Sítina, **kosXXXX** odolné mrazu)
- rostliny **CHINOFILNÍ** (sněhomilné) – málo odolné proti mrazu a teplotním výkyvům (Vrba bylinná)

5.1.3. Horizontální (kondenzační) srážky

- mlha, rosa, jinovatka, námraza
- vznik kondenzací vodní páry ve vzduchu, kdy teplota vzduchu klesne k teplotě rosného bodu
- mlha se vytváří ve vzduchu na kondenzačních jádrech, na prachových částicích
- rosa se kondenzuje na povrchu rostlin a na půdě, jestliže jejich povrchová teplota klesne pod teplotu rosného bodu okolního vzduchu
- Horizontální srážky mají velký význam v aridních podmínkách. Mohou dosáhnout ročního úhrnu 50mm.

5.2. Příjem vody rostlinou

- cévnaté rostliny (bakterie, řasy, houby, lišejníky, mechy) mohou přijímat vodu svým celým povrchem
- u terestrických cévnatých rostlin je voda přijímána především kořeny z půdy
- hlavním zdrojem vody je dostupná půdní voda, volně vázaná
- množství a dostupnost vody pro rostliny je závislé na fyzikálních a chemických vlastnostech půdy – **textura půdy** (zrnitost) - a **kapilaritě** (velikosti volných půdních pór).

- tam, kde byla půdní voda kořeny již vyčerpána, kořenové vlásky hynou a nové pronikají do dosud vlhké půdy. **Hydrotropické** kořeny mohou dorůstat až k hladině spodní vody

5.3. *Adaptace rostlin na stanovištní vlhkost*

Ve vztahu ke stanovištní vlhkosti rozdělujeme na:

1. **Hydrofyty** – Rostliny vázané na **vodní prostředí** (vodní R.)
2. **Hygrofyty** – Rostliny rostoucí na půdách **mokrých a zabahněných**
3. **Mezofyly** – Rostliny rostoucí na půdách **vlhkých, čerstvě** a mírně vlhkých
4. **Xerofyty** – Rostliny rostoucí na půdách **suchých**, nebo převážnou část roku suchých
5. **Sklerofyty** – Sukulenty mají nízkou transpiraci a mají rezervu vody v pletivech

5.4. *Adaptace rostlin na vodní prostředí*

V přirozených vodních nádržích rostou vyšší rostliny převážně v **litorálním** (pobřežním) pásmu.

➤ **Zóny litorálu:**

1. **Sublitorál** – nízká letní hladina vody. Mělčí vody blíže břehu, rostou zde hydrofyty
2. **Vlastní eulitorál** – velké kolísání hladiny vody během roku. Rostou zde hygrofyty a makrofyty
3. **Epilitorál** – přechod na terestrické ekosystémy; hygrofyty a mezofyty

5.4.1. *Hlavní anatomické a morfologické způsoby adaptace R. na nedostatek vody v půdě a na nízkou stanovištní vlhkost*

1. zvýšením příjmu vody zvětšením kořenového systému
2. snížením minimálního vodního potenciálu kořenů a tím zvýšení **XXXX XXX XXX**
3. xenomorfní modifikace listů, stonků.... adaptace na omezení výdeje vody
4. snížení transpirace zmenšením plochy listů – např. stáčením
5. vzrůst poměru biomasy nadzemní k opaku
6. snížení transpirace včasným zavíráním listů i během dne
7. metabolismus specifických organických kyselin (např. u Sukulentů)
8. přetrvání doby sucha – **dormace**
9. zásoba vody v pletivech
10. schopnost snést uschnutí
11. zmenšením vzdálenosti mezi nadzemními částmi rostlin