

EKOLOGIE LESA

Exkurzní průvodce
Hlavní cvičení CzechGlobe



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

Scénář

- Toky látek a energie
- Ekofyziologie rostlin
 - Fotosyntetická asimilace uhlíku
- Manipulační experimenty při studiu globálních změn klimatu
- Putování vzorků laboratořemi
 - Laboratoř metaboliky a izotopových analýz

Toky látek a energie

Doc. Ing. Dalibor Janouš, CSc.

**Centrum výzkumu globální změny
Akademie věd ČR, v.v.i.**

Toky látek a energie

Fyzikální procesy (optika, termika)

- odraz záření (reflexe)
- pohlcování záření (absorpce)
- pronikání záření (penetrace)
- vyzařování tepla (radiace)
- vedení tepla (konduktce)
- proudění tepla (konvekce)
- výpar (evaporace)

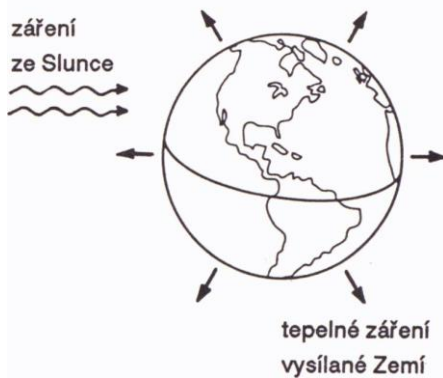
Fyziologické procesy

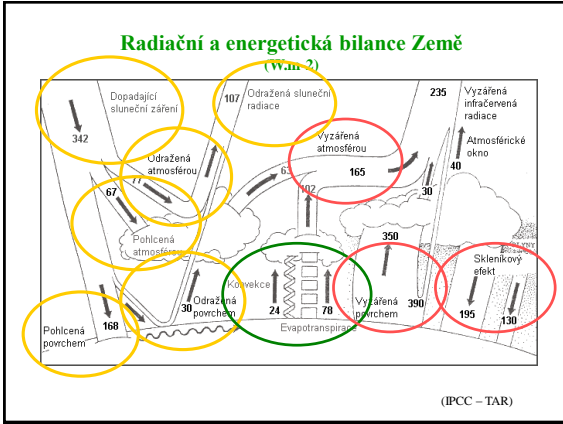
- fotosyntéza
- dýchání (respirace)
- transpirace
- fluorescence

Toky energie



INSTITUCE DO SOCIÁLNÍ VZDELÁVÁNÍ





DĚLENÍ ABSORBOVANÉ ENERGIE

- = *skupenské teplo výparu*
- = *přenos tepla prouděním plynů (konvekci)*
- = *přenos tepla vedením (kondukcí)*

$$\phi_N - \lambda E - H + G = 0$$

Bowenův poměr

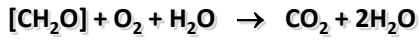
Koloběh uhlíku / uhlíkový cyklus



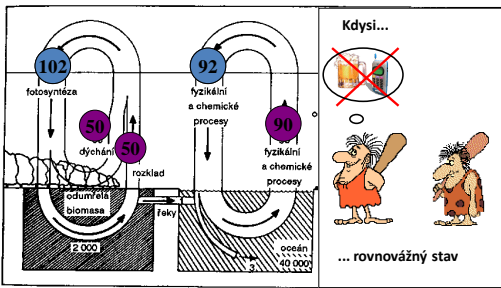
FOTOSYNTÉZA



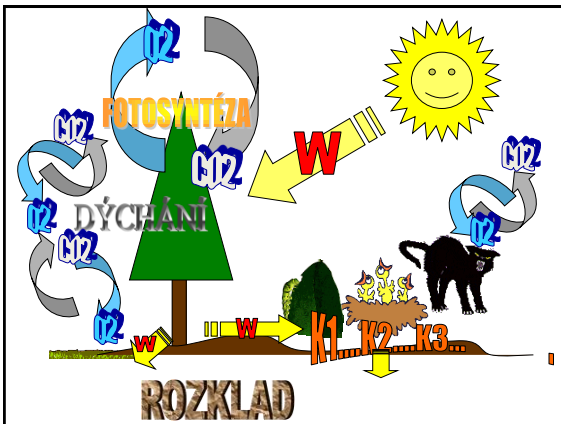
RESPIRACE

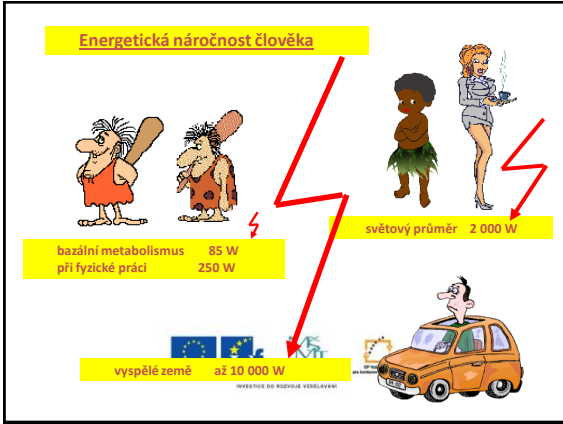


Koloběh uhlíku = koloběh života planety

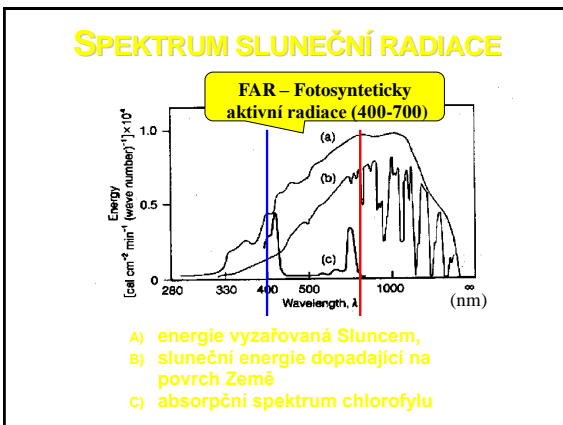


Zásobníky uhlíku na Zemi, tj. v biosféře, oceánech a atmosféře, a roční výměna oxidu uhličitého mezi zásobníky¹ (vyjádřeno jako hmotnost uhlíku obsaženého v oxidu uhličitým v miliardách tun nebo gigatunách (Gt)).



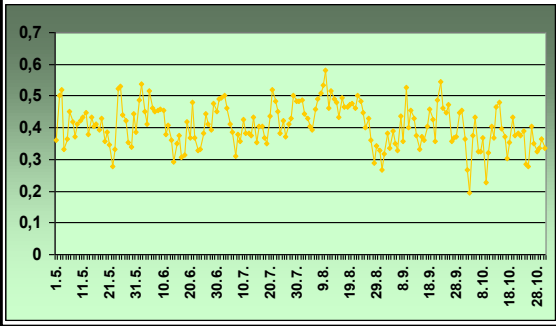


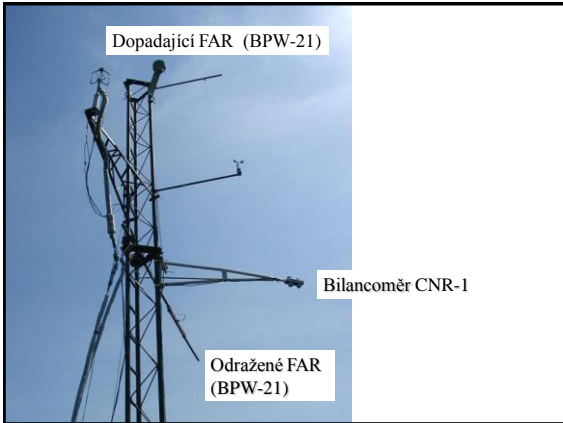




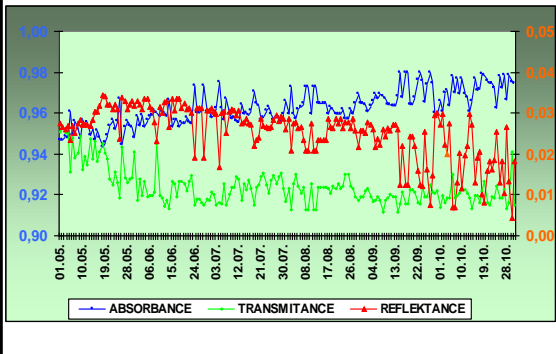
“Clearness” index

podíl denních sum globální radiace a sluneční radiace na horní hranici atmosféry (EEP Bílý Kříž 1991 – 2005, 50° severní zeměpisné šířky)

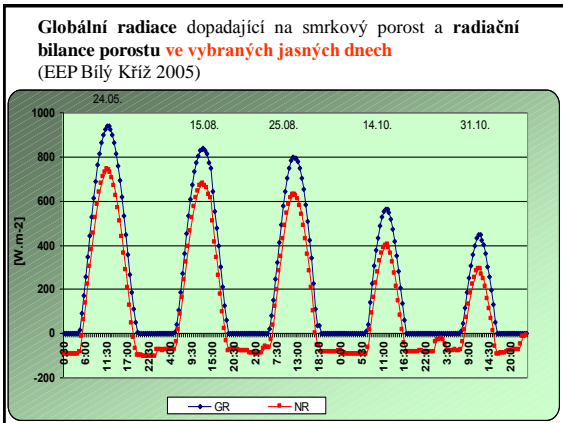


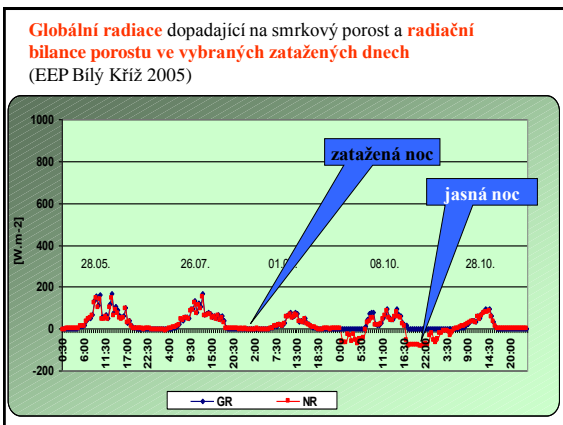


Transmitance, reflektance a absorbtance FAR smrkového porostu (EEP Bílý Kříž 2002)

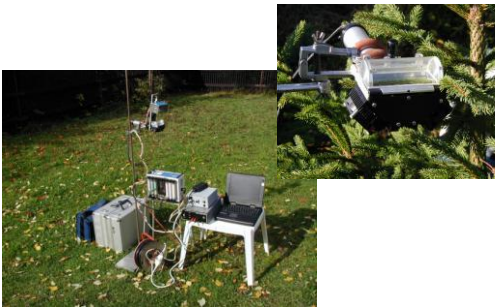








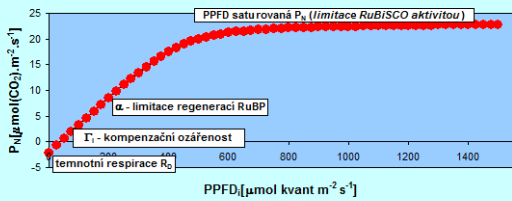
Fotosyntéza



MĚŘENÍ FOTOSYNTÉZY

FOTOSYNTÉZA - JEJÍ MĚŘENÍ

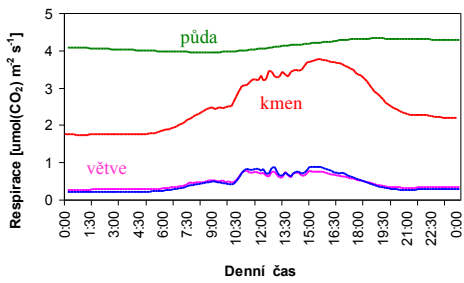
Závislost rychlosti příjmu CO₂ na PPFD



Respirace



Měření respirace

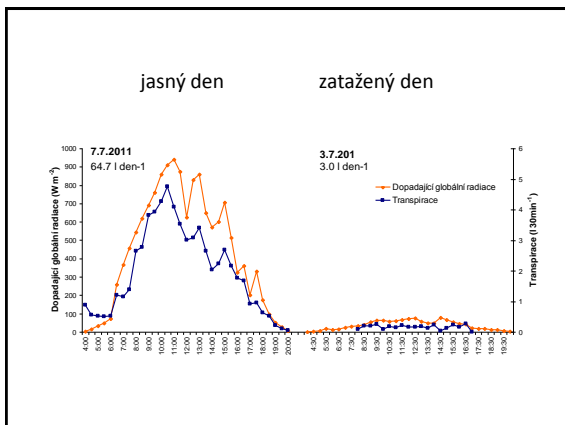


Transpirace

**MĚŘENÍ RYCHLOSTI VÝDEJE VODY
(TRANSPIRACE)**



Rychlost transpiračního proudu měřená metodou tepelných pulsů.



Eddy covariance

Eddy kovarianční technika

ultrasonický anemometr

eddy kovarianční věž

infračervený analyzátor plynů a řídicí počítač

Princip eddy kovarianční metody (vířivé kovariance)

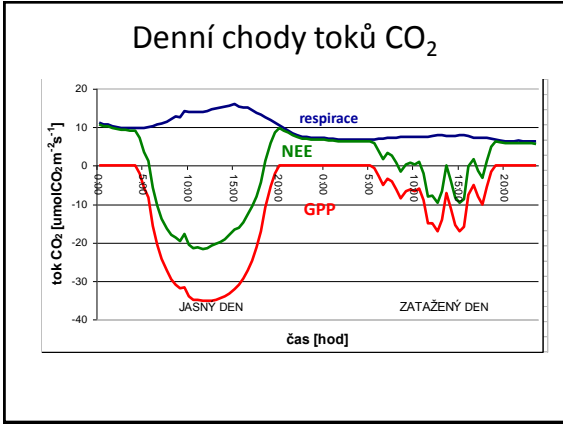
Rovnice: $F_c = \overline{w\rho_c} + \overline{w'\rho'_c}$

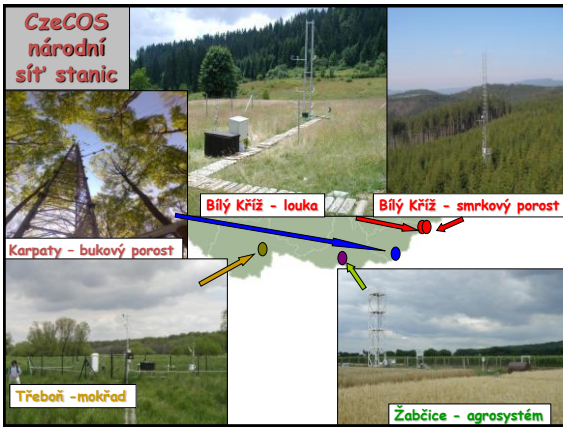
průměrný vertikální tok vířivý tok

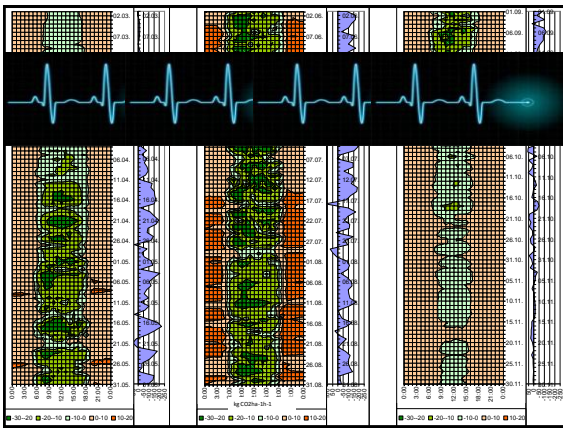
w - vertikální složka vektoru rychlosti větru
 ρ - skalární veličina (teplota, koncentrace plynů)

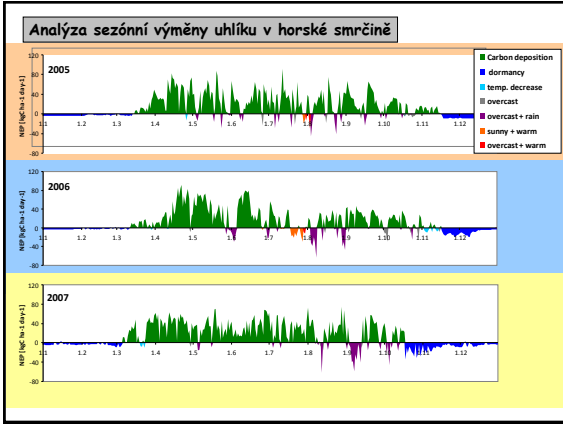
Při vhodné zvoleném časovém intervalu
 → $w = 0$

Výsledný tvar: $F_c = \overline{w'\rho'_c}$









Co umí les

ESF
MŽP
VZ
INSTITUCE DO ROZVOJE VZDELÁVÁNÍ

1 ha SM lesa za 1 rok zadrží 15 t CO₂

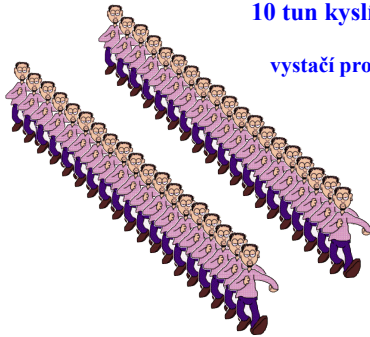
= 2 x cesta autem kolem zeměkoule

**1 ha lesa za 1 rok zachytí energii
= 8 tun hnědého uhlí**

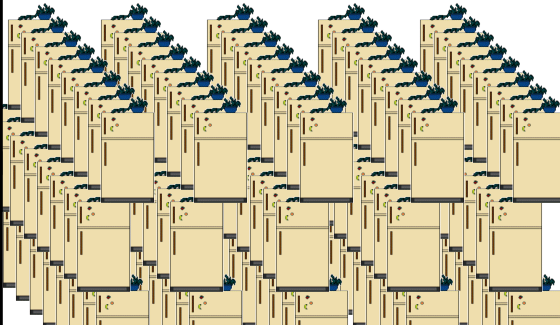


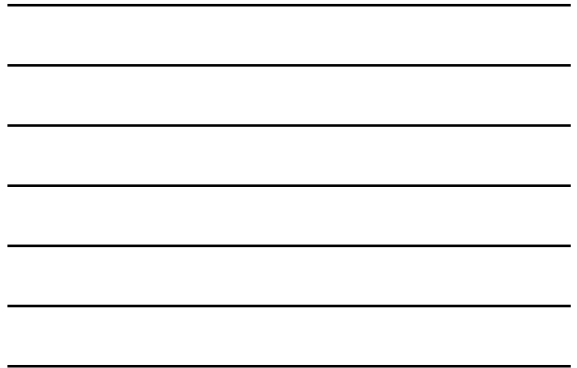
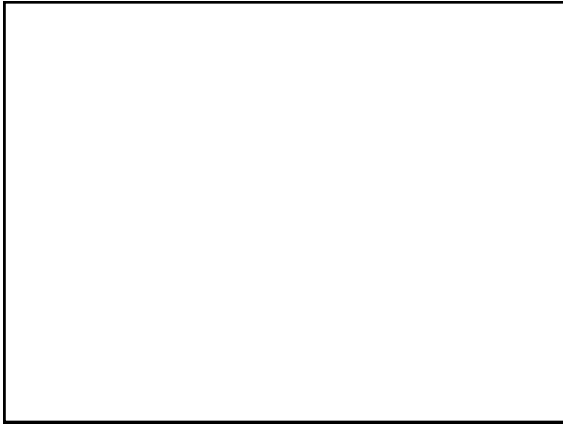
**1 ha lesa za rok vyrobí
10 tun kyslíku**

vystačí pro 38 osob



**1 ha lesa za slunečného dne odpaří 40 000 litrů vody
= chladič efekt – na každém m² 2,5 ledničky**





Ekofyziologie rostlin

- fotosyntetická asimilace uhlíku

Otmar Urban, CVGZ AV ČR

INSTITUCE DO ROKOVÉ VĚDELEKAVI



Atmospheric concentration measurements
Scale km²
5000
500
100
10
1
0.1
0.001

Molecules
Cells
Plant
Ecosystem
Landscape
Regional
Global

Models
Molecular models
Plant models
Ecosystem models
Landscape models
Regional models
Global models

Leaf level
Plant level
Ecosystem level
Landscape level
Regional level
Global level

Scientific Orientation

Object of Investigation

- physiological processes within ecosystems (forest, grassland, agro-ecosystems)
- evaluation of carbon pools and sinks in various types of ecosystems

Spatial Scale

- enzyme (proteins) → total energy and substances fluxes

Time Scale

- minutes (activation processes) → years (C storage and allocation)

Impact studies

- long-term effects of elevated CO₂

Relation to Systems Ecology

Bottom-Up Approach

- modelling/simulation of missing, flux data

Top-Down Approach

- interpretation of carbon/energy fluxes

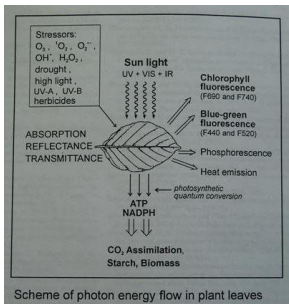


Metodické přístupy

- přístup **analytický** - přístup zabývající se detailním rozбором jednotlivých složek systému:
 - chromatografické metody
 - spektrofotometrické metody
 - aerodynamické metody
 - fenologická pozorování
- přístup **merologický** - sledován vybraný proces jako nositel informace o stavu systému
 - fotosyntéza - křížovatkou toků energie a látek
 - spjata se základními projevy rostlin,
 - podmiňuje a je podmíněna ostatními procesy
 - spjata s radiačním mikroklimatickým režimem porostu

Stress Concept in Plants

- Prof. H.K. Lichtenthaler: J. Plant Physiology 148: 4-14, 1996



Stress Concept in Plants

- Prof. H.K. Lichtenthaler: J. Plant Physiology 148: 4-14, 1996

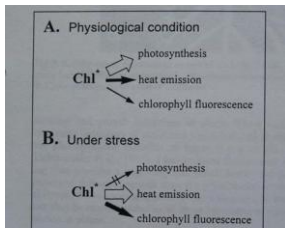
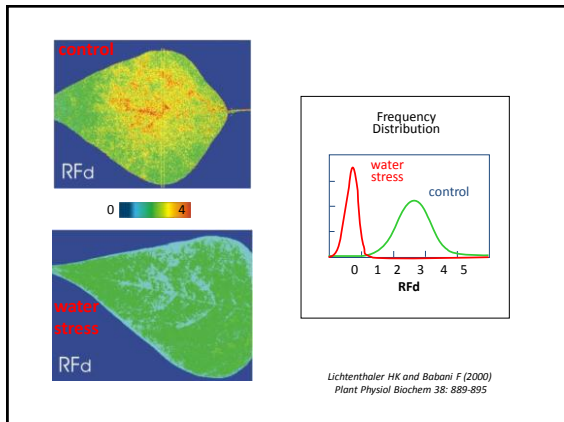


Fig. 5: De-excitation of the excited states of chlorophyll a by photosynthetic quantum conversion (photosynthesis), heat emission and red and far-red chlorophyll a fluorescence (A) under physiological and (B) under stress conditions. The thickness of the arrow indicates the relative proportions of the three de-excitation processes.



FOTOSYNTÉZA

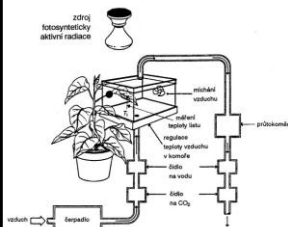
- Rostliny = **autotrofní organismy**
 - zdroje energie
 - (i) záření – *fotoautotrofie*
 - (ii) anorganické látky – *chemoautotrofie*
- Fixace energie záření v procesu **fotosyntéza**

$$n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{h\nu (472.8 \text{ kJ})} (\text{CH}_2\text{O})_n + n\text{O}_2$$
 - **sacharidy** – zdroj energie; vlastní i nefotosyntetické organismy (základ trofických pyramid)
- Roční „produkce“ rostlin
 - 100 Pg (10^{11} tun) C
 - 1 ZJ (10^{18} kJ) energie

Fotosyntéza v datech

- 1648 – J.-B. van Helmont
 - změna hmotnosti rostlin souvisí se změnou hmotnosti zeminy (vodou)
- 1727 – S. Hales
 - část hmotnosti ze vzduchu
- 1771 – J. Priestley
 - rostliny produkují dobrý vzduch
- 1779 – J. Ingen-Housz
 - k produkci kyslíku je potřeba světlo
- 1842 – R. Mayer
 - přeměna světelné energie na chemickou

GAZOMETRICKÉ METODY



- přesné, kontinuální měření výměny plynů (CO₂, O₂ a H₂O) mezi rostlinným pletivem a okolní atmosférou
- změny koncentrace H₂O a CO₂ se stanovují pomocí infračervené analýzy plynů (IRGA)
- Lambert-Beerův zákon
 - $a_\lambda = 1 - \exp(-I \cdot M \cdot k_\lambda)$
- rozsah: individuální jehlice
→ celý ekosystém (b.l.m.)

Gazometrický systém LI-6400



Základní typy přístrojů

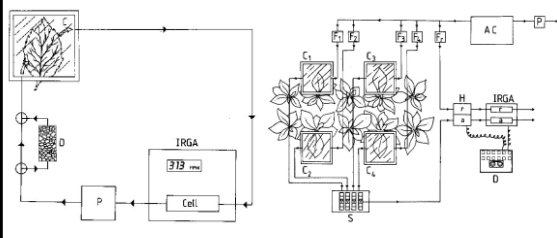
Uzavřený GS

(Licor, LI-6200)

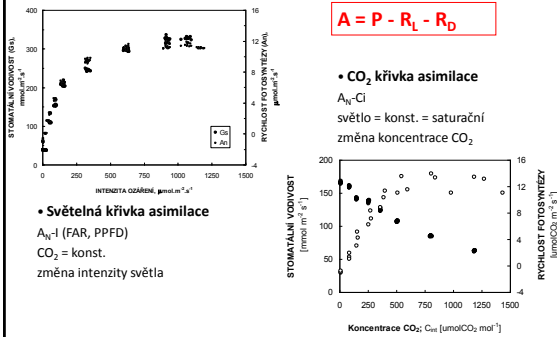
x

Otevřený GS

(Licor, LI-6400; Ciras-1, PP Systems)

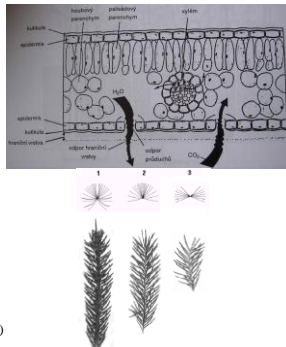


ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

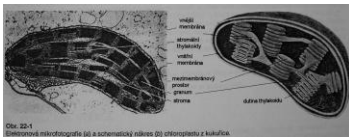


Fotosyntéza - List

- základní morfologická struktura
- komplexní zabezpečení asimilačních procesů
- adaptace na vnější podmínky; slunný x stinný typ
- fotosynteticky aktivní záření
 - FAR; 400–700 nm
 - fotosynt. bakterie (až 1000 nm)
 - absorpční maxima asimilačních pigmentů
 - rozdělení FAR
 - dopadající (incoming, **I**)
 - odražené (reflected, **R**)
 - prošlé (transmitted, **T**)
 - pohlcené (absorbed, **A = I - R - T**)



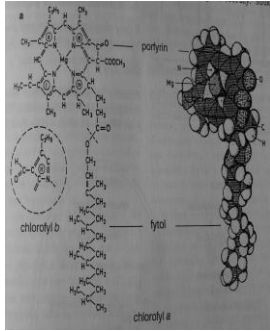
Fotosyntéza - CHLOROPLAST



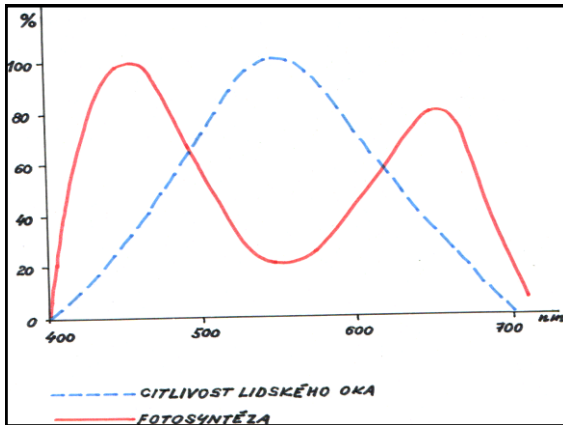
- min. strukturální a funkční jednotka
 - absorbovat záření
 - fixovat CO₂
 - zabudovat C do sacharidů

- diskovitý tvar; průměr 5-10 nm
- 1 mezofyl buňka ~ 40-50 Chlp
- na 1mm² ~ 500 000 Chlp
- **tylakoid** – plošné měchýřky
 - granální
 - stromatální (intergrana)
- vlastní genom
 - podjednotky Chlp ATPázy, LSU Rubisco, fotosynt. proteiny

Fotosyntéza - Fotosyntetické pigmenty



- chlorofyly
- fykobiliny
- karotenoidy
- „průměrný list“ (vanWettstein et al.: Plant Cell 7: 1039, 1995)
 - 70 mil. buněk ~ 5 10⁹ chl
 - 1chlíp ~ 600mil chl → 10¹⁸ chl
- struktura chlorofylu
 - chl a – vlastní přeměna energie
 - chl b – pomoc.fce při záchytu en.
- karotenoidy
 - doplňkové, ochranné pigmenty
 - uhlovodíky – *karoteny*
 - kysl. deriváty – *xantofyly*
- formování f.p.:
 - anténní (světlosběrný) systém (200 - 300) → reakční centrum (1)*

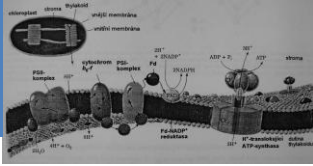


Fotosyntéza zahrnuje 2 druhy pochodů

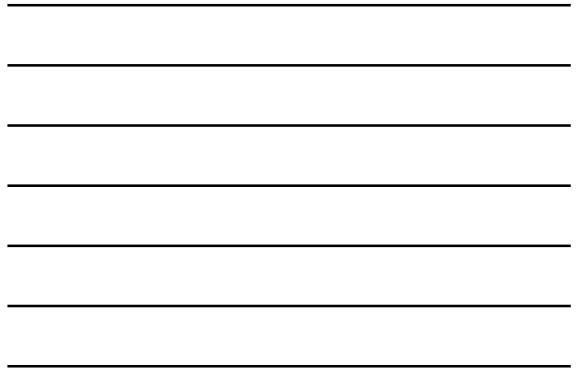
1. Primární reakce - **ZÁVISLÉ** na světle
 - energie slunečního záření → NADPH a ATP
 2. Sekundární reakce - **NEZÁVISLÉ** na světle
 - energie NADPH a ATP → pohání syntézu sacharidů z CO₂ a H₂O
- Pozn.: striktní dělení není vhodné (!)

Primární reakce fotosyntézy

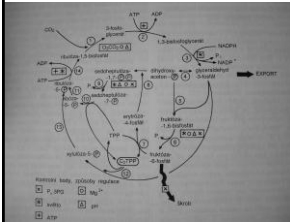
- **absorpce fotonu**
 - LHC → LHC*
- **energie se přemění na:**
 - fluorescence (vyzáření)
 - přeměna na teplo
 - **separace elektrického náboje z RC (P680, P700)**



- **PSII – fotosystém II**
 - katalýza rozkladu vody; OEC ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$)
 - → náhrada e^- vyraženého z P680
 - e^- na plastochinon; **přenos 8H^+ do lumenu(!)**
- **cytochrom b_6/f**
 - přenos e^- mezi PSII a PSI
- **PSI – fotosystém I**
 - přenáší e^- na ferredoxin; redukce NADP+ (enz. Fd-NADP-reduktáza)
- **ATPsynetáza**
 - využití elektrochemického potenciálu k syntéze ATP

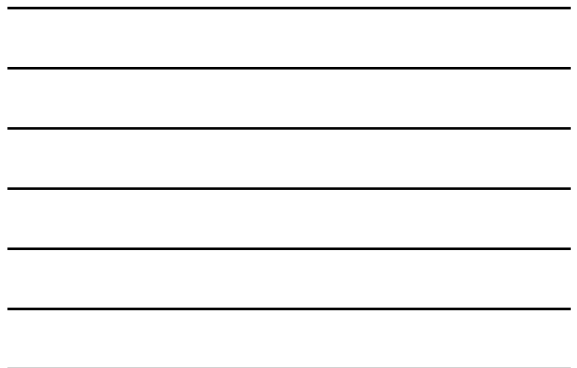


FIXACE CO_2 - C_3 rostliny

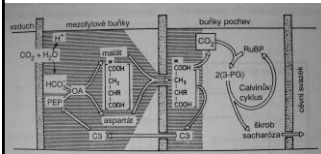


- Calvinův cyklus (1961)
 - fixace CO_2 + regenerace primárního akceptoru
- **RuBP + CO_2 + Rubisco → 3-fosfoglycerát**
- 1. stabilní produkt; 3C → **C_3 rostliny**
- **primární fixace Rubisem**

- glyceraldehyd-3-fosfát (GAP) → dihydroxyacetonfosfát (DHAP) ⇒ **fruktóza-6-fosfát**
 - zůstává v chlup → **škrob**
 - transportován do cytoplazmy → **sacharóza** (hlavní transportní látka)



FIXACE CO_2 - C_4 rostliny



- **prostorově rozlišená fixace**
 - probíhá 2x
 - **cytoplazma mezofylových buněk (1)**
 - **buněk pochv cívniho svazku (2)**

- **ad (1)**
 - karbonik anhydráza: $\text{CO}_2 \rightarrow \text{HCO}_3^-$
 - HCO_3^- + **fosfoenolpyruvát (PEP)** + **PEPkarboxyláza** → oxalacetát (4C) → malát (aspartát) – transport
- **ad (2)**
 - 1. dekarboxylace → CO_2
 - 2. fixace CO_2 v Calvinově cyklu
 - pozn.: stěny nepropustné pro CO_2 → zvýš. koncentrace

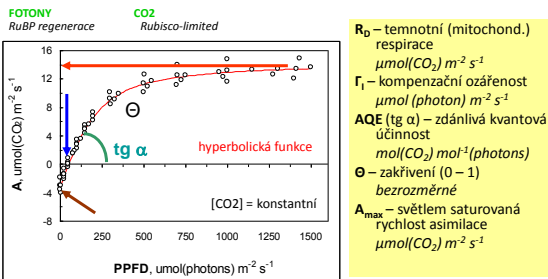
Zástupci

- kukuřice
- lebeda
- šáchor
- proso



Vliv environmentálních podnětů na fotosyntézu - světlo

Světelná křivka asimilace (LRC)

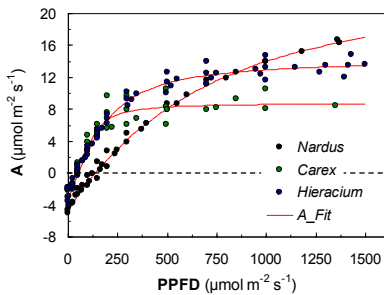


- R_0 – temnotní (mitochond.) respirace $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Γ – kompenzační ozáření $\mu\text{mol}(\text{photon}) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- A_{qe} ($\text{tg } \alpha$) – zdánlivá kvantová účinnost $\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ mol}^{-1}(\text{photons})$
- Θ – zakřivení (0 – 1) bezrozměrné
- A_{max} – světlem saturovaná rychlost asimilace $\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

$$A = \frac{A_{qe} \cdot I + A_{\text{max}} - \sqrt{(A_{qe} \cdot I + A_{\text{max}})^2 - 4 \cdot A_{qe} \cdot I \cdot \Theta \cdot A_{\text{max}} - R_0}}{2 \cdot \Theta}$$

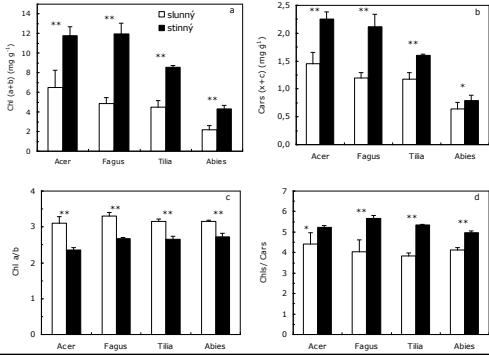
Prioul JL, Chartier P (1977) Annals of Botany, 41, 789–900.

Příklady A-PPFD křivek

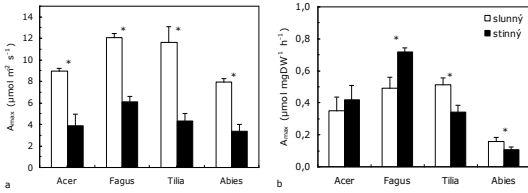


Herbaceous species (ISBE)

Rozdíly mezi slunným a stinným listem

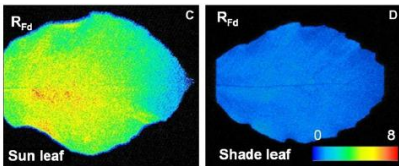
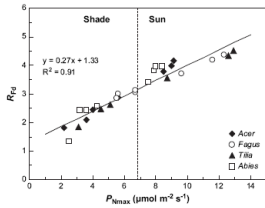


Rozdíly mezi slunným a stinným listem



Kubiske ME, Pregitzer KS *Funct. Ecol.* 11 (1997) 24-32:
 • stinné listy stín-mšlosnášejících druhů reagují primárně změnou SLA,
 • stín-snášející druhy reagují na zastínění zejména formou biochemické aklimace fotosyntetického aparátu.

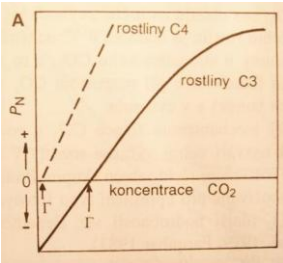
Slunný x stinný - distribuce asimilace



Fotosyntetické výkony dřevin

- asimilační kapacita
- listnaté (opadavé); $2-25 \text{ umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - *Populus* 20-30 $\text{umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - *Alnus glutinosa*, *Acer mono*, *Fagus sylvatica* 3-4 $\text{umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- jehličnaté (stálezelené); $2-10 \text{ umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - *Pinus sylvestris*, *P. radiata* 16-17 $\text{umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - *Picea* spp. 2-3 $\text{umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- stromy výhradně C3 typ fotosyntézy, ALE!
- *Euphorbia forbesii* (Hawaii)
- *Chenopodiaceae*
- *Polygonaceae* (polokeře ruských stepí) – C4
- *Clusia rosea* – CAM (v případě nepříznivých podmínek)

Př.: C3 vs. C4 rostliny



- saturace světlem
 - CAM ($1/10$) < C3 ($1/3$) < C4
- fotorespirace
 - C3 ($1/3$ z celkové fotosyntézy) > CAM > C4 (0)
- A_{Nmax} ($\text{umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
 - C4 (35-40) > C3 (15-30) > CAM (1-5)
- teplotní optimum
 - C3: 15-25°C
 - C4: 25-40°C
 - CAM: kol. 40°C
- produkce sušiny ($\text{t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$)
 - C3: 22 ± 3.3
 - C4: 38.6 ± 16.9
 - C4: velká variabilita dat



28.1.2014
www.czechglobe.cz

Manipulační experimenty při studiu globálních změn klimatu

Petr Holub

OP Vzdělávání a úroveň
pro konkurenci

MF
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

EVROPSKÝ ÚNIO
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
ČESKO PŘI KLÍČOVÉ AKCI



Akademie věd České republiky
Bělidla 986/4a (dříve Poříčí 3b)
603 00 Brno
email: holub.p@czechglobe.cz
www.czechglobe.cz



Experimentální stanice Bílý Kříž
Moravsko-slezské Beskydy

www.czechglobe.cz 83

Cíle dnešní prezentace?

- seznámit s databází manipulačních experimentů „Climmani“
- ukázat, jak se v ní orientovat a vyhledávat
- představit konkrétní příklady experimentů z Evropy a ČR

Konkrétní užitek pro Vás?

- při psaní článku (BP nebo DP)
- při přípravě a návrhu projektu (v budoucnu)
- při navazování kontaktů s osobami, které se zabývají podobnou problematikou

www.czechglobe.cz 84

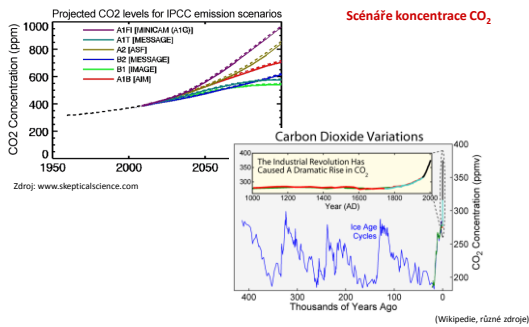
Osnova dnešní prezentace

- Úvod – problematika studia klimatické změny
- Climmani – projekt ESF, díky kterému se vytváří databáze manipulačních experimentů
- Příklady různých typů experimentů v Evropě
- Příklady manipulačních experimentů v ČR
- Návrhy nových manipulačních experimentů
- Východiska do budoucnosti

www.czechglobe.cz

85

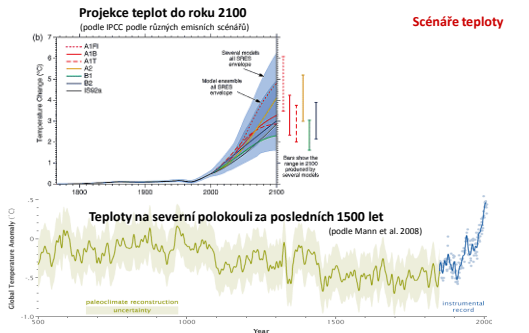
1. Problematika studia klimatické změny



www.czechglobe.cz

86

1. Problematika studia klimatické změny



www.czechglobe.cz

87

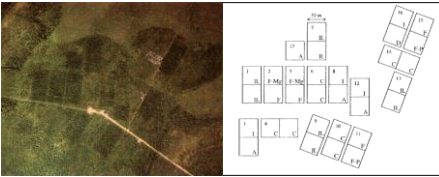
3. Příklady různých typů experimentů v Evropě

Flakalide
Experiment sled
(Foto 1996)



www.czechglobe.cz

3. Příklady různých typů experimentů v Evropě



4 roky po založení experimentu
(hnojené plochy jsou tmavší, foto 1990)

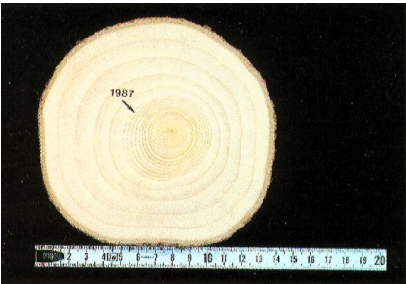
Schématický design: kontrolní plochy (C),
zavlažované plochy (I), hnojené plochy (F), hnojené a
zavlažované plochy (IL) (n = 4).
Další pokusné plochy:
Hnojená plocha doplněná o lesní popel (A), hnojená
plocha se všemi základními prvky kromě fosforu (F-
P) nebo hořčiku (F-Mg), varianta, kde letní srážky
byly redukovány na 65% (D)

See Bergh (1997) and Bergh et al. (1998) for further details.

www.czechglobe.cz

98

3. Příklady různých typů experimentů v Evropě

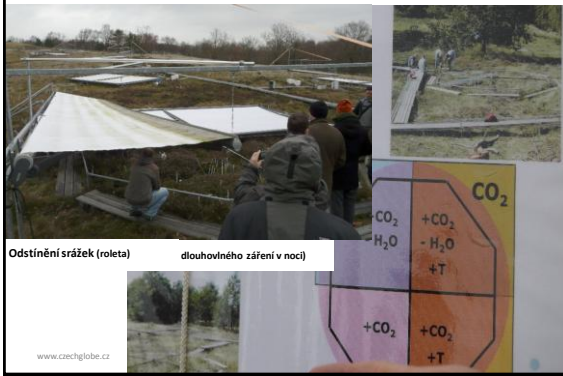


Letokruhy *Picea abies* z hnojené a zavlažované varianty (IL)
(výrazné rozšíření letokruhů po zahájení experimentu v roce 1987)
Foto 1992

www.czechglobe.cz

99

3. Příklady různých typů experimentů v Evropě



3. Příklady různých typů experimentů v Evropě

Global Change Biology
 Global Change Biology (2011) 17, 1884–1899, doi: 10.1111/j.1365-2486.2010.02351.x

Reduced N cycling in response to elevated CO₂, warming, and drought in a Danish heathland: Synthesizing results of the CLIMATE project after two years of treatments

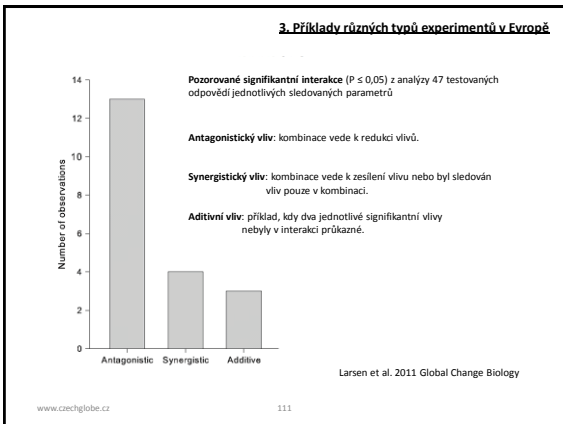
KLAUS S. LARSEN*, LOUISE C. ANDRESEN†, **CLAUS BEIER***, SVEN JONASSON†, KRISTIAN R. ALBERT*, PER AMBUS*, MARIE F. ARNDAL, METTE S. CARTER*, SØREN CHRISTENSEN†, MARTIN HOLMSTRIPE, ANDREAS IRROM, JANE KONGSTAD†, LEON VAN DER ANDERS MICHELSEN†, TEIS N. M. HELGE RO-POULSEN†, INGER K. KAREN STEVNBÅK†

*Riso DTU, Biosystems Division, Technical University of Denmark, Roskilde, Denmark; †Department of Biology, University of Copenhagen, Øster Farimagsgade 2F, Copenhagen, Denmark; ‡Department of Environmental Research Institute, Aarhus University, Aarhus, Denmark

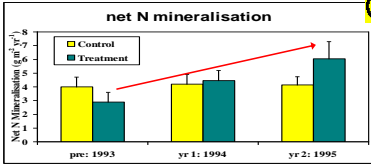
Abstract
 Field-scale experiments simulating realistic future current and future climate changes on ecosystems

www.czechglobe.cz

3. Příklady různých typů experimentů v Evropě



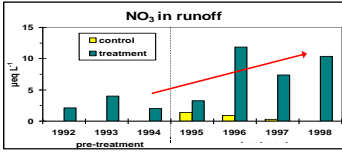
3. Příklady různých typů experimentů v Evropě



www.czechglobe.cz

118

3. Příklady různých typů experimentů v Evropě

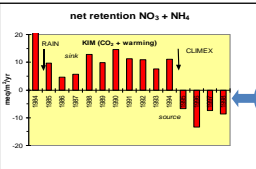


www.czechglobe.cz

119

3. Příklady různých typů experimentů v Evropě

Richard Wright
(koordinátor)



Ekosystém se stává zdrojem dusíku



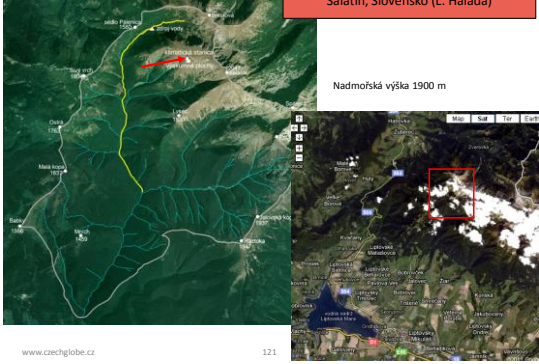
www.czechglobe.cz

120

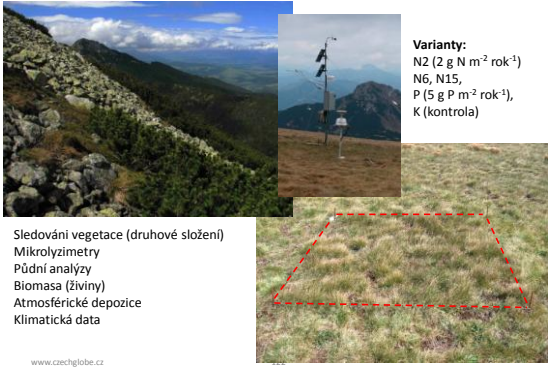
(Van Breemen et al. 2001 Ecosystems)

3. Příklady různých typů experimentů v Evropě

Salatín, Slovensko (L. Halada)

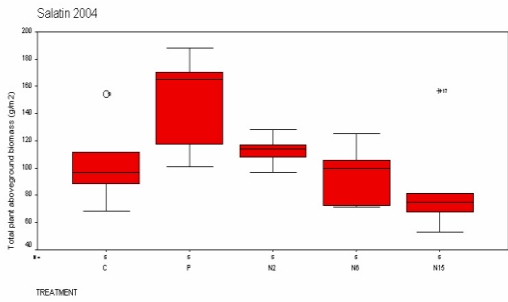


3. Příklady různých typů experimentů v Evropě




3. Příklady různých typů experimentů v Evropě


Salatín, Slovensko Experiment sledující vliv dusíkatých depozic na alpinské travní společenstvo




4. Příklady manipulačních experimentů v ČR



ELSEVIER

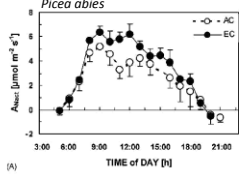


online at www.sciencedirect.com
SCIENCE @ DIRECT®
 Plant Science 168 (2005) 1371–1381

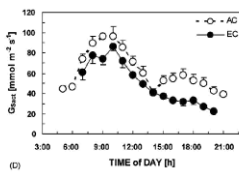


PLANT SCIENCE
www.elsevier.com/locate/plantsci

V. Španuła et al. / Plant Science 168 (2005) 1371–1381



(A) Rychlost asimilace CO₂




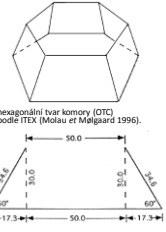
(B) Stomatální vodivost

www.czechglobe.cz 127

4. Příklady manipulačních experimentů v ČR

Projekt (MŠMT 2007-2011)
 Změny alpských ekosystémů na území KRNP, NPR Králický Sněžník a CHKO Jeseníky v kontextu globálních změn (M. Banaš, M. Zeidler)





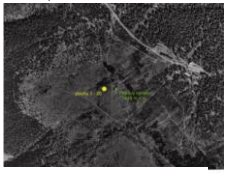
hexagonální tvar komory (OTC) podle ITEX (Molau et Mølgård 1996).

zvýšení teploty o 1–3 °C (Hényy anči Molau 1997).

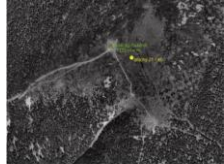
www.czechglobe.cz 128

4. Návrhy nových manipulačních experimentů

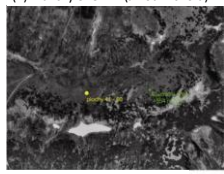
Lokality:



(1) Petrovy Kameny (Jeseníky)



(2) Králický Sněžník (JV od vrcholu)



(3) Modré sedlo (Krkonose)

www.czechglobe.cz 129

4. Návrhy nových manipulačních experimentů

Design experimentu:

Varianty:

- T – teplota (OTC),
- TZ – teplota + zalévání (50% ambientních srážek),
- TH – teplota + hnojení (2 g N m⁻² rok⁻¹ - použitý NH₄NO₃)
- K – kontrola



- Sledování vegetace (druhové složení)
- Fenologie
- Půdní analýzy
- Biomasa (živiny)
- Klimatická mikroklimatická data



Dlouhodobé změny vegetace

www.czechglobe.cz

130

4. Příklady manipulačních experimentů v ČR

Projekt (GA ČR 2006-2008)

Impact of precipitation changes on plant and soil processes in different grassland ecosystems (K. Fiala)



www.czechglobe.cz

4. Příklady manipulačních experimentů v ČR

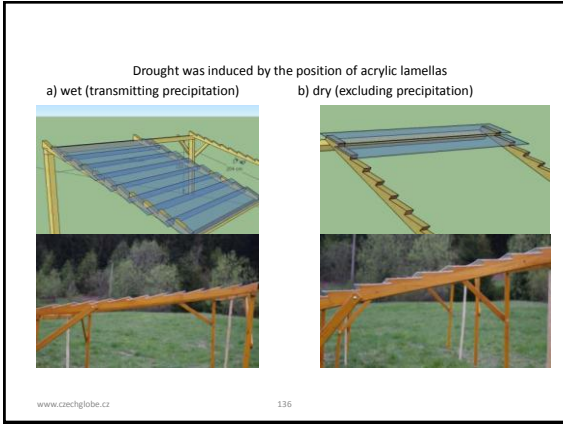
gradient nadmořské výšky



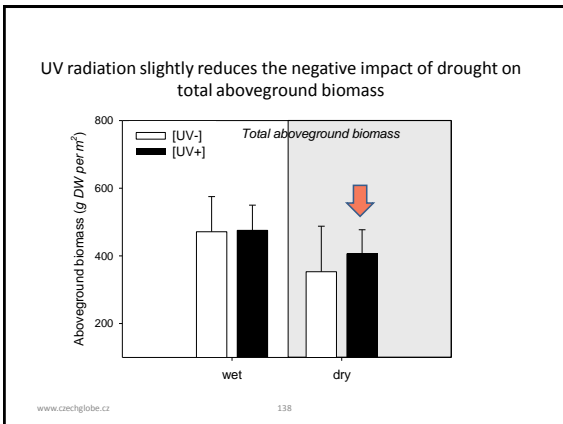
gradient srážek

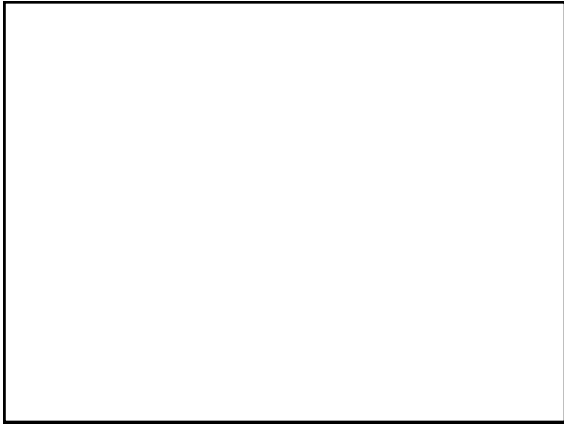
www.czechglobe.cz

132











Osnova

- Odběr vzorků
- Předúprava vzorků k následné analýze - sušení
 - lyofilizace
 - homogenizace
 - extrakce
 - derivatizace
- Analýza
- Vyhodnocení

Vzorkování

- Odběr správného množství vzorků
(záleží na tom CO a JAK se bude analyzovat
- konzultace s laboratoří)



- Přeprava a uchování vzorků



Předúprava vzorků k následné analýze

- Sušení
- Lyofilizace
- Homogenizace, vážení
- Extrakce
- Derivatizace



Analýza

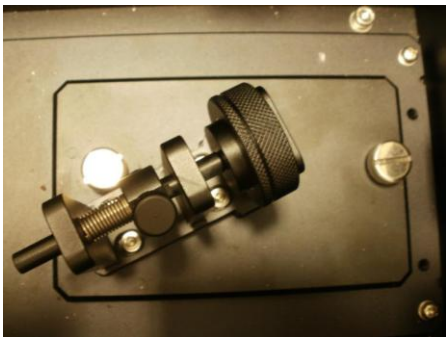
- **Zúročí se všechny předešlé kroky !!!**
- Důležité: správný analyzátor
povědomí o tom co se analyzuje
odpovídající metoda
standarty
bezpečnost práce

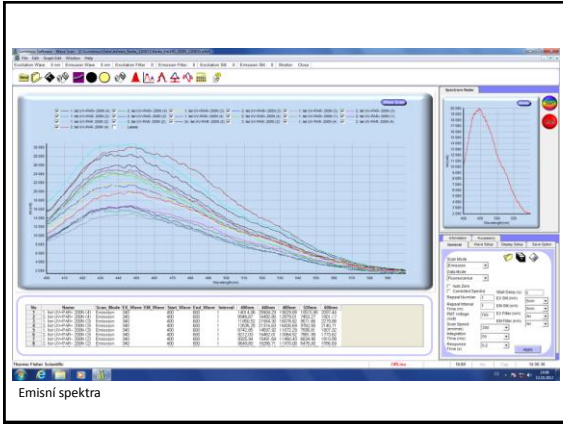


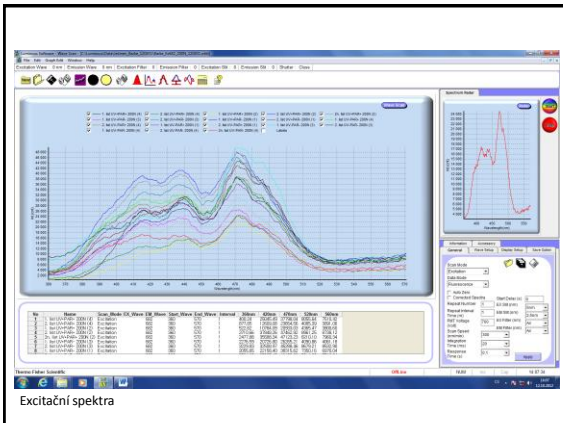
LUMINA

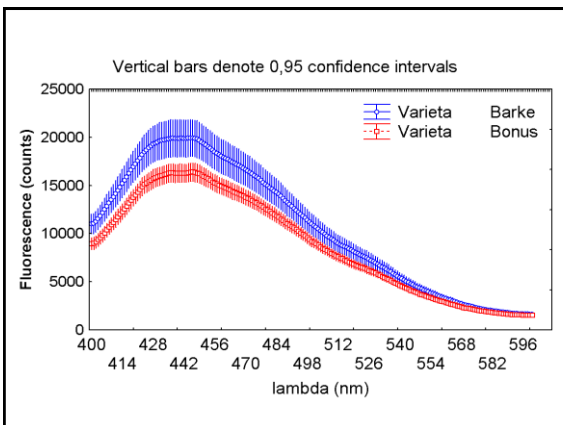
- Fluorescenční spektrometr
- Měření excitačních a emisních spekter při zvolených vlnových délkách
(celá spektra, měření spekter v čase, závislost na teplotě, 3D scan, možnost připojení externí sondy)
- Měření spekter pevných (homogenních) i kapalných vzorků

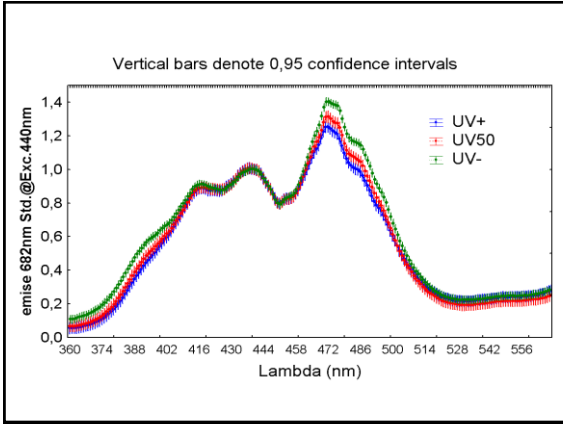






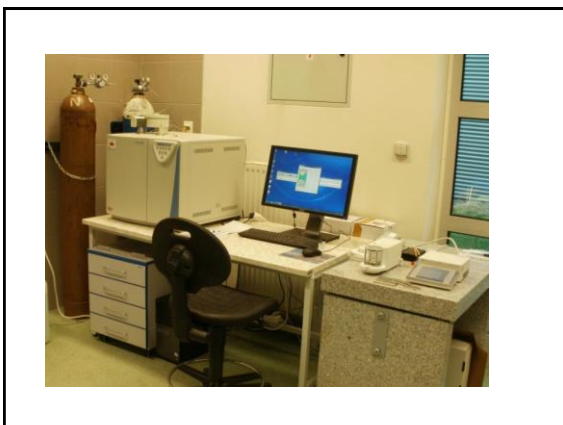




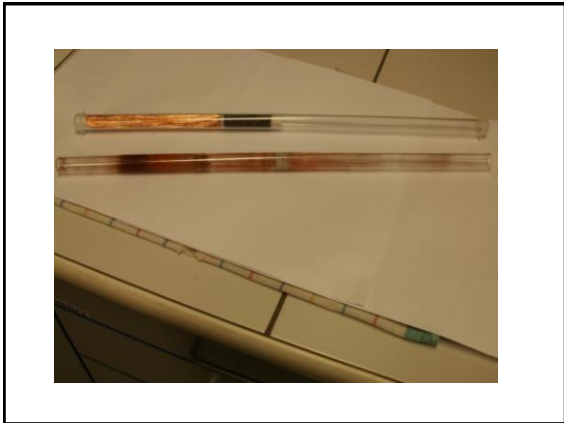


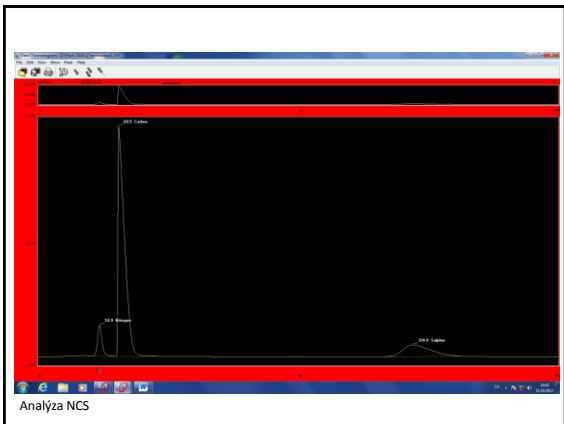
Flash 2000

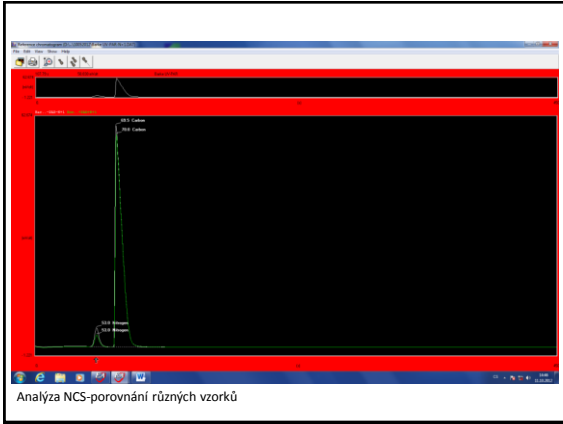
- Elementární analyzátor
- Procentuální zastoupení CNS (H₂O) ve vzorku (pevný, kapalný)
- Sušení, homogenizace, navážka (záleží na typu vzorku)





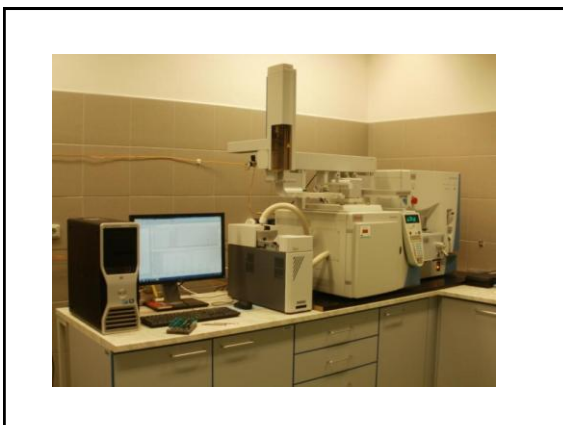


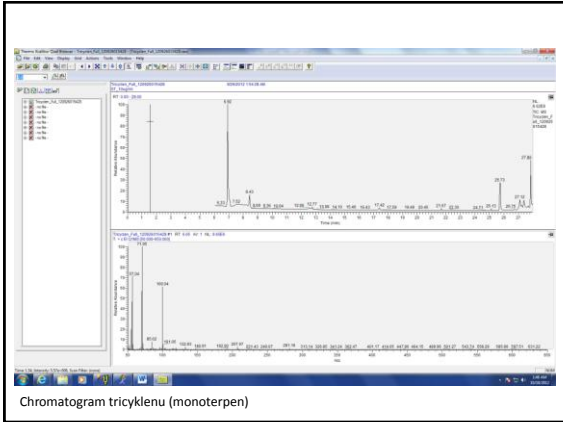


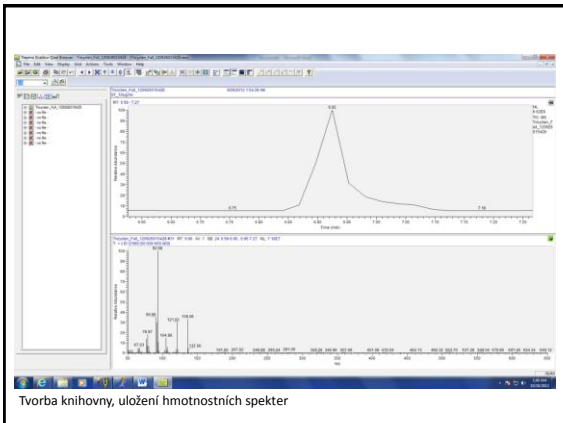


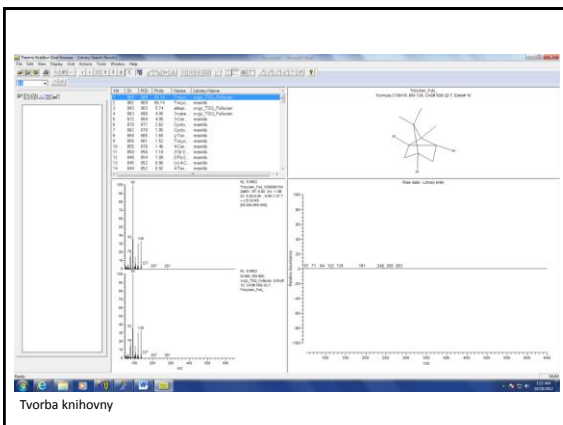
GC/MS (TSQ Quantum XLS)

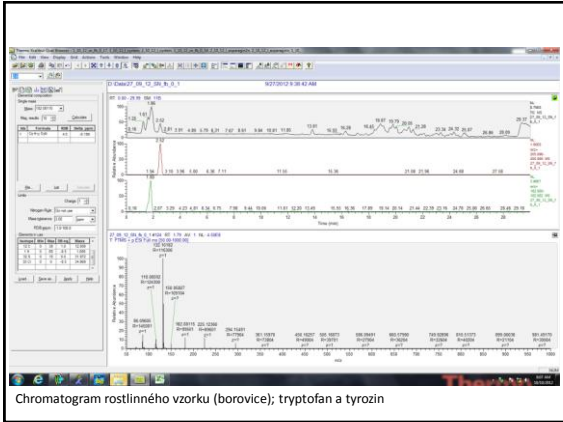
- Plynová chromatografie kombinovaná s hmotnostní spektrometrií
- Kombinace vysoké separační schopnosti plynové chromatografie spolu s vysoce specifickou detekcí pro daný analyt
- Lyofilizace, extrakce, derivatizace
- On-line a vlastní knihovny



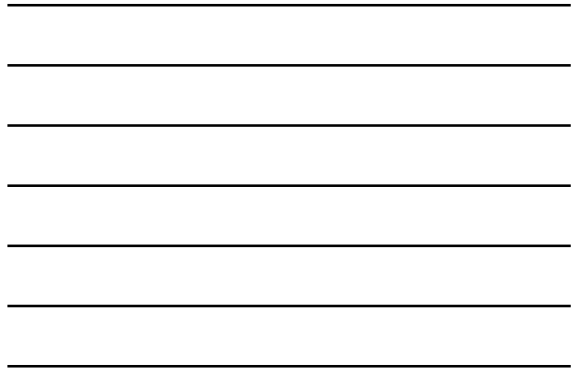




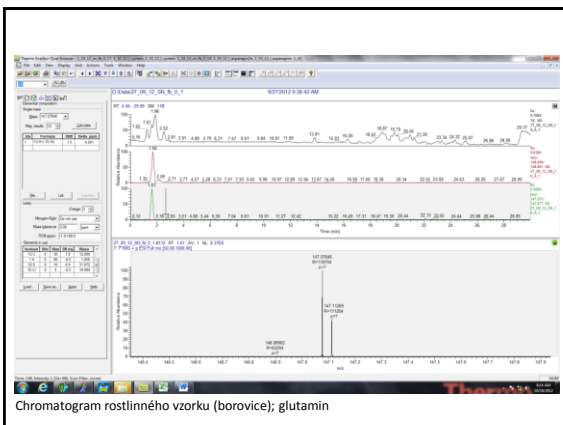




Chromatogram rostlinného vzorku (borovica); tryptofan a tyrozin



Chromatogram rostlinného vzorku (borovica); kys. glutamová



Chromatogram rostlinného vzorku (borovica); glutamin



