



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

1 Nejdůležitější abiotické faktory

1.1 Světlo

Na každý čtvereční metr povrchu atmosféry Země dopadá každou vteřinu průměrně $1,381 \cdot 10^3$ J sluneční energie (solární konstanta). Kolik z tohoto množství pronikne do atmosféry a kolik se odrazí zpět do vesmíru již závisí na poloze místa (nejmenší odraz je na rovníku, největší na pólech). Záření vstupující do atmosféry má rozsah vlnových délek od $1 \cdot 10^{-6}$ do $4 \cdot 10^5$ (převážně do $4 \cdot 10^3$) nm a podle dílčích vlnových rozsahů je dělíme na záření kosmické ($10^{-6} - 10^{-3}$ nm), radioaktivní ($10^{-3} - 3$ nm), ultrafialové (3-400 nm), viditelné (400-760 nm) a infračervené (760 až 4000 nm). Účinky kosmického záření na organismy nejsou dostatečně prozkoumány, působení radioaktivního záření je negativní (mutace, hynutí buněk, somatické změny). Vlastní sluneční záření má z valné části vlnový rozsah $3 \cdot 10^2 - 4 \cdot 10^3$ nm, tzn. zahrnuje ultrafialové (cca 9 %) viditelné (cca 45 %) a infračervené (46 %) záření. Ultrafialové záření je ze značné části pohlceno ve vyšších vrstvách atmosféry, kde vytváří ozónovou vrstvu. Ve větších dávkách a intenzitě působí na organismy negativně (morfogenní, destrukční a mutační účinky), v malé míře jsou jeho účinky pozitivní. Sluneční záření je částečně pohlceno atmosférou, oblaky, znečišťujícími částicemi, povrchem Země i organismy, částečně se od různých povrchů odráží a určitá jeho část se vrací zpět do vesmíru. Z hodnoty solární konstanty činí toto množství 35 - 43 % (albedo Země). Množství zářivé energie za jednotku času ($J \cdot s^{-1}$) se nazývá **zářivý tok**, jeho velikost vztaženou na jednotku kolmé plochy ($J \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$) označujeme jako **hustotu zářivého toku**, příp. jako ozáření při přepočtu na jednotku horizontální plochy.

Množství energie dopadající na povrch se mění v závislosti na:

- postavení slunce a zeměpisné šířce
- expozici a sklonu ozařované plochy (u nás nejvíce energie na J, JZ a JV svazích o sklonu 25-30°), východní svahy - ztráta energie při výparu ranní rosy
- zaclonění horizontem
- oblačnosti - například v horách je odpoledne více oblačnosti a proto jsou západní svahy chladnější.

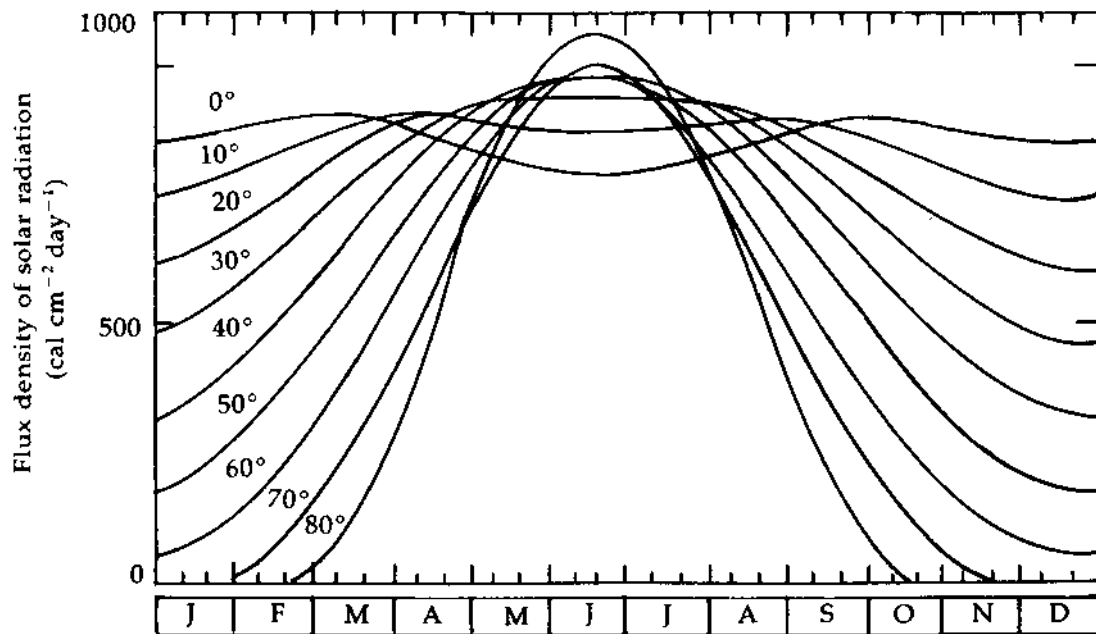
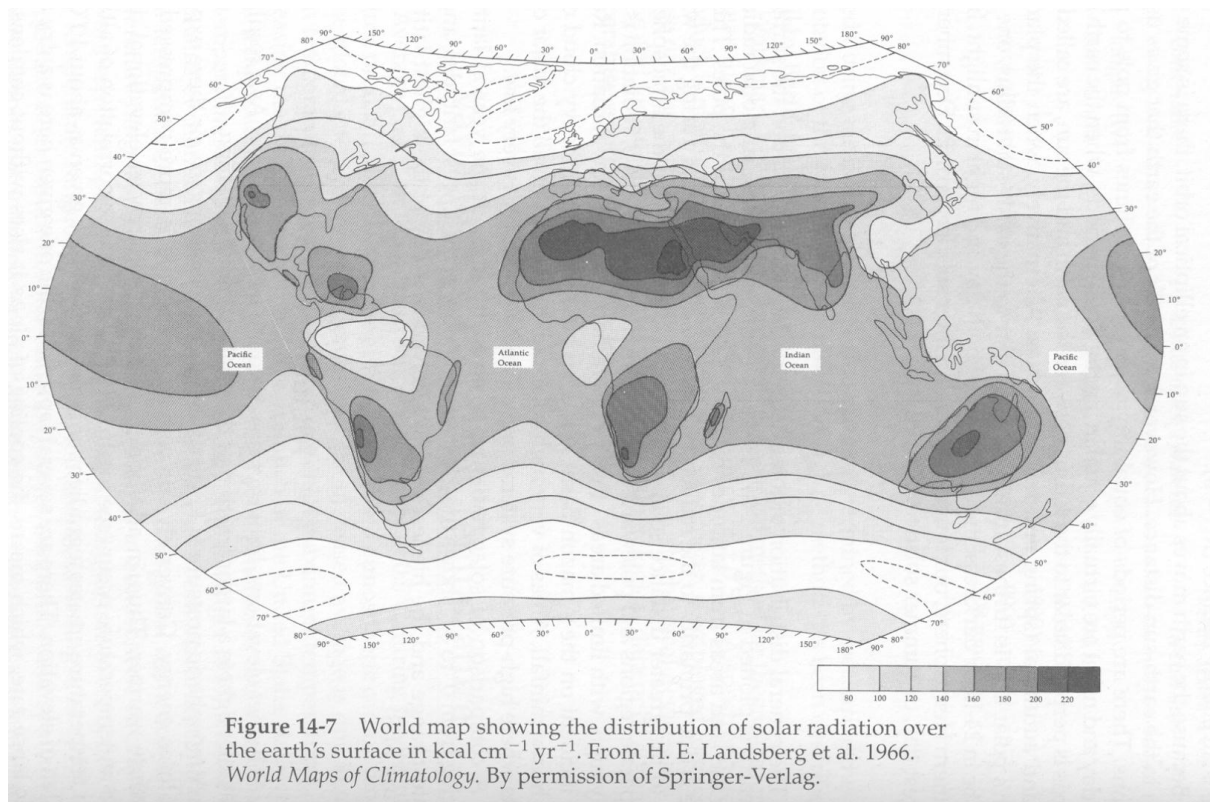


Figure 14-8 Daily total of the undepleted solar radiation received on a horizontal surface as a function of latitude and time of year. From D. M. Gates. *Energy Exchange in the Biosphere* (fig. 2, p. 8). Copyright © 1962 by Harper & Row, Publishers, Inc. Reprinted by permission.



Rozhodujícím zdrojem světla je viditelná složka slunečního záření. Světlo jako jeden z nejdůležitějších ekologických faktorů ovlivňuje organismy zejména svojí intenzitou, dobou působení a směrem dopadu a vyvolává nejrůznější životní projevy.

1.1.1 Intenzita světla - fotosyntéza a limitní faktor výskytu

Jednotlivé druhy organismů jsou schopny existovat při různé intenzitě světla. Druhy **euryfotní** jsou tolerantní, naopak druhy **stenofotní** jsou specializované a světlo může být limitujícím faktorem jejich přítomnosti. Podle konkrétních nároků rozlišujeme druhy:

- **heliofilní, heliofyty** – preferují plné osvětlení. Snášejí takové záření, které u jiných rostlin vyvolává rozklad chlorofylu, adaptace k vysokému UV záření, fyziologické adaptace k nadbytku světelné energie
- **fotofilní**, příp. **heliosciofyty** – organismy tolerantní ke 100% ozáření i k zastínění. Tolerují určitý rozsah ozáření, kvetou při ozářeních vyšších. Břečťan ([Hedera helix](#)) roste při 2-100% ozáření a kvete při 22-100% ozáření
- **sciofilní, sciofyty** – druhy stínomilné, rostou jen na zastíněných místech (hrachor jarní při 20-33% ozáření). Minimální požadavek na ozáření klesá od zelených kvetoucích rostlin přes kapradiny a mechy k řasám. Fylogenetická (vývojová) adaptace na stinné podmínky: liánovitý vzrůst, epifytismus, ztráta chlorofylu (vznik heterotrofie).

U rostlin je příslušnost k uvedeným kategoriím dána především schopností fotosyntetické asimilace při určité hustotě světelného toku. Hustotu světelného toku (ti. intenzitu světla), při které se množství vytvořené organické hmoty a tím vázané chemické energie rovná ztrátám při disimilačních pochodech, označujeme jako **světelný kompenzační bod fotosyntézy**. V prostředích s průměrnou denní hustotou světelného toku pod hodnotou kompenzačního bodu nemůže daný druh existovat. U sciofytů se kompenzační bod pohybuje kolem 250 lx, u heliofyt je obvykle vyšší než 1 000 lx. Změny světelných poměrů v průběhu roku způsobují, že vegetativní a generativní fáze některých vytrvalých druhu bylin lesního podrostu proběhne velmi rychle a nadzemní část odumře. Takové, druhy nazýváme **efemeroidy**. Mnozí živočichové, houby a bakterie obývají na rozdíl od zelených rostlin prostředí zcela bez světla. S těmito světloplachými (**fotofóbními**) druhy se můžeme setkat například v půdě (**edafobionti**), v jeskyních (**troglobionti**), v dutinách (**kavernikolní druhy**), v podzemních vodách (**stygobionti**) nebo v mořských hlubinách (**abysální druhy**). Patří k nim i endoparazité živočichů a rostlin. Podle obývaných prostředí tyto druhy vykazují různé specifické adaptace, jejich společným znakem bývá většinou ztráta pigmentace a zakrnělé světločivné orgány.

K heliofytům patří rostliny bezlesých nezastíněných stanovišť, tj. pouštní, stepní i velehorské a tundrové, druhy. Heliosciofyty snášejí mírné zastínění např. čistec přímý (*Stachys recta*) a srha říznáčka (*Dactylis glomerata*), příklady sciofytů jsou hrachor jarní ([Lathyrus vernus](#)), jazyk jelení (*Phyllitis scolopendrium*) a řada druhů pokojových rostlin. Známými efemeroidy časného jara jsou například sněženka podsněžník (*Galanthus nivalis*), dymnivka dutá ([Corydalis cava](#)) nebo sasanka hajní ([Anemone nemorosa](#)).

1.1.2 Délka působení – biologické rytmy

Doba působení světla, tj. střídání dne a noci nebo změny délky světlé části dne (**fotoperioda**) vyvolávají tzv. biologické rytmy. Jde o periodické opakování určitých činností nebo životních projevů během 24 hodin nebo v průběhu roku. Střídání dne a noci vede k pravidelným rytmům aktivity mnoha živočichů, ovlivňuje dobu rozvíjení květů některých rostlin. Změny délky fotoperiody mohou být impulsem k nástupu klidových stádií ve vývoji rostlin i živočichů (**dornance**), mohou vyvolávat

sezónní morfologické změny (**polymorsmus**), ovlivňovat počátek období rozmnožování živočichů a kvetení rostlin. Tvorba generativních orgánů mnoha druhů rostlin je ovlivněna délkou fotoperiody (rostliny krátkého a dlouhého dne).

Mezi živočichy najdeme druhy **monofázické** s jednou dobou aktivity a odpočinku během 24 hodin (denní motýli, mnozí ptáci), **difázické** se dvěma fázemi aktivity (soumrační živočichové) a konečně **polyfázické**, ti kterých se fáze aktivity a odpočinku za 24 hodin mnohokrát opakují (hraboši, rejsci). Zkracující se fotoperioda na podzim vyvolává přípravu a nástup zimní diapauzy u mnoha druhů hmyzu. Tak je zabráněno obrovským ztrátám jedinců, ke kterým by došlo po zhoršení podmínek bez tohoto světelného „varování“. V suchých a horkých oblastech může analogicky dlouhá fotoperioda vyvolávat nástup letní diapauzy. Fáze měsíce jsou řídícím faktorem tzv. lunárních rytmtů u mnoha mořských živočichů, ale také ovlivňují aktivitu terestrických nočních druhů. Známou rostlinou dlouhého dne je například locika salátová (*Lactuca sativa*; „salát“) ke krátkodenním druhům patří chryzantéma indická (*Dendranthema indicum*).

1.1.3 Směr dopadu – pohyby

Směr, úhel dopadu a intenzita světla ovlivňují různé pohybové reakce organismů. Prudké osvětlení některých druhů živočichů, příp. rostlinných bičíkovic vyvolává jejich chaotické, nesměrované přesuny z místa na místo — **fotokinese**. Směrové pohyby ke zdroji světla nebo od něj nazýváme **fototaxe** (pozitivní, negativní). Zvláštním případem fototaktického pohybu některých druhů živočichů je tzv. **menotaxe**, což je pohyb v určitém konstantním úhlu vůči světelnému zdroji. Světelný zdroj slouží jako orientační bod. Za normálních okolností je to nejčastěji slunce nebo měsíc, ale může se jím stát také umělé světlo (přílet nočních druhů hmyzu k lampě ve zmenšujících se spirálách). Otáčení části těla ke světlu – fototropismy - můžeme pozorovat u rostlin (slunečnice) i živočichů (vystavování části těla slunečním paprskům). Nesměrované pohyby rostlin vyvolané určitou intenzitou světla nazýváme **fotonastie**, např. otvírání květů nebo pohyby listů.

1.1.4 Světlo ve vodním prostředí

Ve vodním prostředí působí světlo podobně jako na souši, navíc se zde uplatňuje jeho spektrální složení. Značná část záření se odráží od vodní hladiny. Průnik do hloubky je ovlivněn úhlem dopadu a průhledností vody. Jednotlivé složky viditelné části spektra jsou vodou různě pohlcovány, proto se s hloubkou mění spektrální složení světla. Nejdříve jsou absorbovány okrajové části spektra (zejména červená) a nejhluběji proniká záření v oblasti modré, zelené a žluté barvy. Odlišné zbarvení sinic a řas rostoucích ve větších hloubkách (ruduchy) je způsobeno přítomností červených fotosyntetických pigmentů, které jsou svojí barvou komplementární nejvíce pronikajícímu modrozelenému světlu a jsou schopny je nejlépe využít.

Dobře prosvětlená horní vrstva vodního sloupce obvykle s probíhající fotosyntézou se nazývá **eufotická zóna**. Spodní **afotická zóna** má nedostatek světla a převažují v ní disimilační procesy. Světelné kompenzační body fotosyntézy jednotlivých druhů rostlin však leží podle konkrétních nároků na intenzitu světla v různých hloubkách.

Kromě slunečního záření se mohou jako zdroje světla uplatňovat v nepatrné míře také, vulkanická aktivita nebo bioluminiscence mikroorganismů, řas a živočichů (světlušky). Stále většího významu

nabývají i vlivy umělého osvětlení. Umělé světlo narušuje biologické rytmy, orientaci i výskyt organismů („znečištění světlem“).

1.1.5 Světlo a fotosyntéza

Světlo je základní předpoklad pro fotosyntézu. Ta je nezbytná pro primární produkci, která je na začátku všech potravních řetězců.

Světelný kompenzační bod fotosyntézy nastává při takové hustotě záření, kdy množství CO_2 vázaného ve fotosyntéze se rovná množství CO_2 vydávaného dýcháním. Minimální průměrná denní hustota ozáření musí ležet nad tímto bodem. Je dán i časově (ráno / večer). Pozitivní látková bilance musí být tak velká, aby stačila i na noc.

Stín tolerující rostliny dosahují maximální fotosyntézy při 1/4 plného slunečního záření; stín netolerující rostliny nikdy maxima nedosahují a se zvyšujícím se zářením zvyšují i fotosyntézu.

Fotosyntetické strategie rostlin

1. **C_3 rostliny** - CO_2 ze vzduchu je nejdříve konvertován na kyselinu 3-fosfoglycerovou (má 3 uhlíky). U těchto rostlin existuje fotorespirace (dýchání na světle), které znamená ztráty výtěžku fotosyntézy. Jsou to rostliny mírného klimatu.
2. **C_4 rostliny** - První sloučeniny produkované z CO_2 mají 4 uhlíky. Mají odlišnou anatomickou skladbu listu, která jim umožňuje využívat i nízké koncentrace CO_2 a pro recyklaci CO_2 produkovaného respirací. Na tyto pochody mají i fyziologickou adaptaci – rozdílný biochemický cyklus. Efektivním získáváním a recyklací CO_2 dokážou využít vysokou intenzitu záření pro produkci. Jsou to většinou tropické trávy (kukuřice, cukrová třtina), ale i rostliny slanomilné nebo např. ruderalní rostliny prašných stanovišť („ucpané“ průduchy). Mají vysoké tepelné optimum fotosyntézy a upřednostňují písčité (nejílovité) půdy. Předpokládá se jejich větší rozšíření při globálním oteplování.
3. **CAM (crassulacean acid metabolism) rostliny** - Otevírají průduchy v noci a brání se tím ztrátě vody. CO_2 je „uložen“ v organických kyselinách a ve dne je pak využíván. Jsou adaptovány na suché pouštní oblasti (sukulenty). Mohou „přepínat“ na C_3 režim.

1.2 Teplota

Primárním a rozhodujícím zdrojem tepla je sluneční záření. Infračervená složka záření působí přímo (tepelné paprsky), viditelná složka nepřímo zpožděně prostřednictvím fotosyntetické fixace energie a následného uvolňování tepla při disimilačních pochodech. Teplo se přenáší zářením (radiace), prouděním (konvekce) a vedením (kondukce). Ve vzduchu, vodě a půdě se tyto způsoby přenosu uplatňují různě, proto se teplotní poměry v těchto prostředích poněkud liší. Teplota ovlivňuje zejména aktivitu, délku vývoje a je omezujícím faktorem výskytu druhů. Dva základní termobiologické typy organismů — **organismy poikilotermní a homoiotermní** reagují na působení tepla částečně odlišně.