

Zemědělství a globální změny klimatu

Ani sebelepší klimatizace bytů, pracovišť i aut nás nemůže vymanit z vlivu okamžitého počasí a dlouhodobého vývoje podnebí (klimatu). To se snad ještě významněji vztahuje na zemědělství, a to především na jeho rostlinnou produkci.

V tomto příspěvku se pokusím připomenout hlavní důsledky probíhajících a předpokládaných změn klimatu na výnosy plodin, ale také ty faktory, jimiž samo zemědělství ke globálním změnám podnebí přispívá.

Podstata skleníkového efektu na Zemi

Současné změny globálního klimatu jsou vyvolány zesilováním skleníkového efektu, a to patrně především antropogenními faktory. Fyzikální podstata skleníkového efektu je celkem jednoduchá (viz obr. 1). Sluneční záření (tzv. krátkovlnné, tedy v rozsahu vlnových délek od 300 nm do 3000 nm, 1 nm = nanometr neboli miliardtina metru) dopadá (1) na atmosféru Země. V ní se od mraků

a jiných částic část odráží zpět do Vesmíru (2) a část dopadá na povrch naší planety, od něhož se zase část odráží zpět (3), ale část je pohlcena povrchem Země, který tak ohřívá. Podle fyzikálních zákonů každé těleso, které je teplejší než tzv. absolutní nula (0 kelvinů neboli $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$), samo vyzařuje energii ve formě záření. Čím vyšší teplota tělesa, tím více energie takto vyzařuje. Povrch naší planety má průměrnou teplotu kolem $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, a proto vyzařuje energii (5). Protože $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ je mnohem méně než teplota povrchu Slunce (kolem $6000\text{ }^{\circ}\text{C}$), tak množství vyzařované energie je také podstatně menší a hlavně leží v dlouhovlnné infračervené (neviditelné) oblasti s vlnovými délkami nad 10 000 nm. Toto emitované záření je však ve vzduchu velmi silně pohlcováno skleníkovými plyny (8), k nimž patří zejména oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxid dusný (N_2O), freony a voda (H_2O). Tyto molekuly tedy pohlcují infračervené záření emitované povrchem Země, tím se také ohřívají a zase samy energii vyzařují – do Vesmíru (6), ale také zpět na náš povrch (7).

Je nasnadě, že čím více skleníkových plynů je v atmosféře, tím více budou pohlcovat infračervené záření a tím teplejší bude náš vzduch i povrch.

Změny koncentrací skleníkových plynů

V současné době je pozornost oprávněně zaměřena zejména na



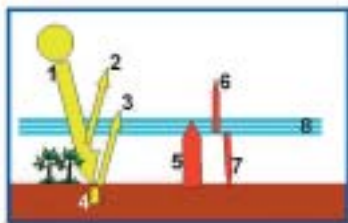
oxid uhličitý a metan. Po miliony let se CO_2 dostával do atmosféry jednak sopečnými erupcemi a případně i některými minerálními prameny a jednak činností živých organismů. Živočichové, rostliny, houby i bakterie dýchají a do atmosféry uvolňují velká množství CO_2 . Ten je však rostlinami na pevninách i v oceánech zase pohlcován při fotosyntéze, tedy při tvorbě biomasy rostlin. V minulosti se vytvořila taková rovnováha mezi výdejem a příjmem CO_2 , že koncentrace CO_2 ve vzduchu kolísala v úzkém rozmezí od 220 do 280 ppm (1 ppm neboli 1 miliontina; 220 ppm CO_2 ve vzduchu odpovídá 0,22 objemových procent CO_2).

S nástupem průmyslové revoluce v 18. století začalo lidstvo ve stále se zvyšujícím množství spalovat zásoby fosilních paliv. Tím se do vzduchu dostává CO_2 z nového a velmi vydatného zdroje. Důsledkem je skutečnost, že v současné době se koncentrace CO_2 blíží 400 ppm. Od skutečnosti

v uplynulých mnohasettisícových obdobích se dnešní změny koncentrace CO_2 ve vzduchu liší dvěma znaky:

- Tak vysoké koncentrace nebyly v atmosféře Země minimálně v uplynulém milionu roků.
- Rychlost každoročního zvyšování koncentrace CO_2 (1 ppm a více) více než tisíckrát převyšuje rychlost změn v minulosti.

Obdobně, i když z jiných důvodů, se zvyšují i koncentrace dalších skleníkových plynů. Přitom se zemědělství podílí zejména na velkém zvýšení koncentrace metanu, který se do vzduchu dostává nejen z přírodních mokřadů, ale také ze stále narůstajících ploch rýže a také ze zaživačích traktů přežvýkavců. Ale snad nejvýznamnější příspěvek zemědělství ke zvyšování koncentrace CO_2 souvisí s přeměnou původních porostů na plochy využívané pro pěstování plodin.



Obr. 1 – Schematické znázornění principu skleníkového efektu na Zemi



Obr. 2 – Schematické znázornění vlivu CO_2 na rostliny a klima

Důsledky pro pěstování plodin

Obecné důsledky zesilování skleníkového efektu na Zemi jsou velmi dobře známy:

- zvyšování globální teploty s velkými geografickými rozdíly,
- zvyšování hladiny oceánů jednak tepelným rozpínáním vody a jednak táním pevninských ledovců,
- vyhynutí a „přesun“ mnoha druhů organismů v důsledku změn klimatu,
- rizika nových chorob při zvýšení teploty v oblastech mírného pásma,
- prodloužení vegetační doby,
- častější výskyt záplav i sucha atd.

Ale samotný oxid uhličitý je nejen nejvýznamnějším skleníkovým plynem (obr. 2). Je také surovinou, z níž rostliny s využitím energie slunečního záření vytvářejí veškerou novou biomasu na Zemi. A v tomto smyslu je zvyšování koncentrace CO_2 ve vzduchu faktorem, který doslova bez nákladů může zvyšovat výnosy plodin. Někteří autoři již z dosavadního vývoje změn koncentrace CO_2 (od přibližně 280 ppm na konci 18. století do současných téměř 400 ppm) odvodili, že tyto změny se 10 % i více podílely na růstu výnosů. A vyhlídky i možnosti do budoucna?

Vliv CO_2 na rostliny

Každý zemědělec dobře ví, že jen málokdy má jakákoliv změna klimatických či půdních vlastností jen jediný přímý dopad na růst a produktivitu plodin. Stejně tak je to s vlivem zvyšující se koncentrace CO_2 na rostliny obecně. Zvýšení koncentrace CO_2 ve vzduchu kolem rostlin způsobí (obr. 3):

● **Zvýšení rychlosti fotosyntetické fixace CO_2** , tedy zvýšení produkce biomasy rostliny. Při podrobnější úvaze bychom museli rozlišovat poměrně menší zvýšení u tzv. rostlin C4 (kukuřice), zatímco rostliny C3 (obilniny, cukrová řepa aj.) budou vykazovat zvyšující se rychlost poutání CO_2 i při dalším zvyšování jeho koncentra-

ce v nejbližších desetiletích. Tento účinek je velmi dobře dokázán nejen stovkami pokusů v laboratořích, ale i doslova v polních podmínkách, kde se na omezené ploše několika desítek čtverečních metrů daří – sice velmi nákladně – zvýšit koncentraci CO_2 například na 650 ppm. Nejen jednotlivé druhy rostlin, ale i odrůdy vyka-

největší tehdy, když mají rostliny dostatek vody a minerálních živin. Účinně se tak mohou uplatnit i technologická opatření.

● **Snížení výdeje vody transpirací rostlin.** Je známo, že rostliny během své vegetace vydávají do vzduchu velké množství vody ve formě vodní páry – transpirací. Například produkce deseti tun su-

mi buňkami. A při zvyšování koncentrace CO_2 se štěrbinami mezi oběma svěřacími buňkami zmenšuje a propouští tak do vzduchu menší množství vody.

Mohli bychom tedy optimisticky shrnout: zvyšující se koncentrace CO_2 zvyšuje produkci rostlin a snižuje spotřebu vody během jejich růstu. Ale už výše jsem naznačil, že s rostlinami a přírodou nejsou věci jen jednoznačné. Uvedu alespoň dvě možné „komplikace“:

● Nižší rychlost výdeje vodní páry znamená menší ochlazování listů rostlin, což může urychlit průběh růstu a zkrátit celou dobu vegetace.

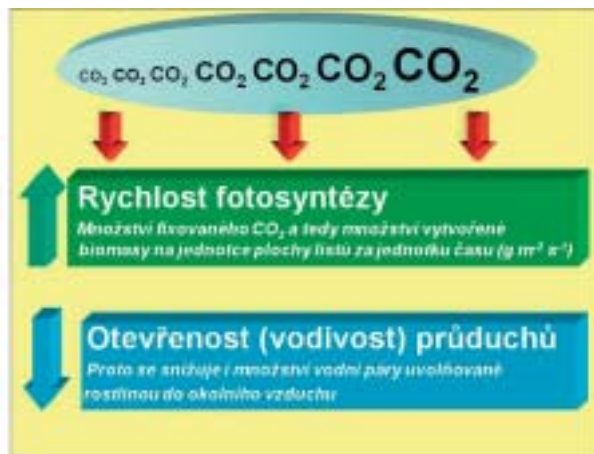
● Větší produkce biomasy vyžaduje také větší příjem minerálních živin z půdy. To může být problémem v přírodních porostech, ale u polních plodin lze tento požadavek splnit vyššími dávkami hnojiv.

Dobře si představuji, že čtenáři Farmáře musí takto jednoznačné formulace číst s nedůvěrou. Oprávněnou. Hospodářský výnos plodin je nesmírně složitý komplex procesů, z nichž fotosyntéza je pouze jedním z nich, byť i nepochybně tím základním: bez fotosyntetické produkce biomasy se nemohou uplatňovat otázky tvorby odnoží či květenství, odolnosti proti patogenům nebo dokonce kvality konečného produktu. Takže i všechna uvedená tvrzení je třeba vnímat jako cílená na fotosyntetickou fixaci CO_2 .

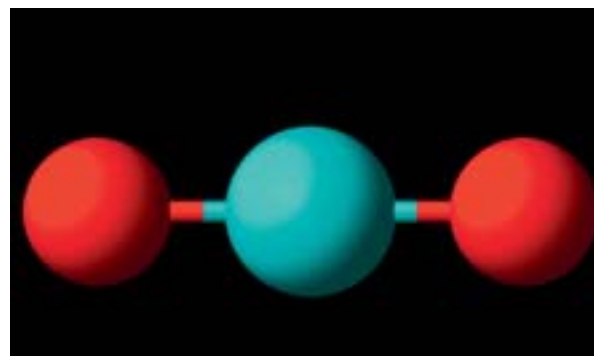
Snad i tento krátký příspěvek přispěje k tomu, abychom o změnách globálního klimatu neuvažovali jen v obecné rovině bez bezprostředních důsledků pro každodenní život. A také s lepším porozuměním jejich příčin a následků, které nás může příhodněji vést také v naší účasti na ekonomických či politických rozhodováních.

Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc.,
katedra fyziologie rostlin PF
Univerzita Karlova v Praze

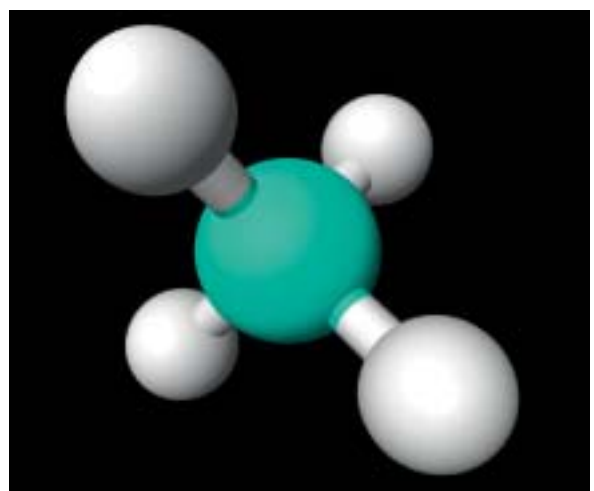
Počítačová simulace
František Vácha
Foto Petra Vaňatová



Obr. 3
– Znázornění hlavních účinků zvyšování koncentrace CO_2 ve vzduchu na rostliny



Obr. 4
– Molekula CO_2



Obr. 5
– Molekula metanu (CH_4)

jí rozdílnou citlivost na probíhající zvyšování koncentrace CO_2 , a lze předpokládat i cílevědomé šlechtění. Kromě toho je celkem logické, že zvýšení rychlosti fotosyntézy zvyšující se koncentrací CO_2 je

šiny biomasy na jednom hektaru je spojena s vydáním asi 50 tis. tun (m^3) vody. Tato vodní pára je do vzduchu vydávána průduchy (stomaty) rostlin. Jsou to specifické útvary tvořené dvěma svěřací-