

# Rostlinná produkce, změny globálního klimatu a co ještě? (1. část)

V úvahách o budoucích podmínkách rostlinné produkce dominuje vliv změn globálního klimatu. Je to jistě plně oprávněné se zřetelem na všudypřítomné a všude působící vlivy počasí, a to nejen na rostlinnou produkci, ale prakticky na každodenní život člověka. Na druhé straně jde o příliš zjednodušující úvahu, kdy se předpokládá, že současná rostlinná produkce, její formy, technologie a problémy budou prostě vystaveny pouze změnám klimatu.

Proto se z globálních změn klimatu odvozuji lokální změny v dané geografické oblasti, přičemž se berou v úvahu především změny teploty, a to nejen roční průměry, ale také změny celkové vegetační doby, výskyt

a frekvence teplotních minim a maxim apod. Následně se pak hodnotí nezbytné změny v odrůdové i druhové skladbě a osevních postupech.

Nechci zpochybňovat význam obdobných pojednání, protože připravují rolníky, národohospodáře i politiky na zásadní změny, jimž nelze nikam uniknout. Rád bych však v tomto článku upozornil ještě na stejně podstatné změny, které se na pozadí změny globálního klimatu budou v rostlinné produkci také uplatňovat.

## Změny globálního klimatu

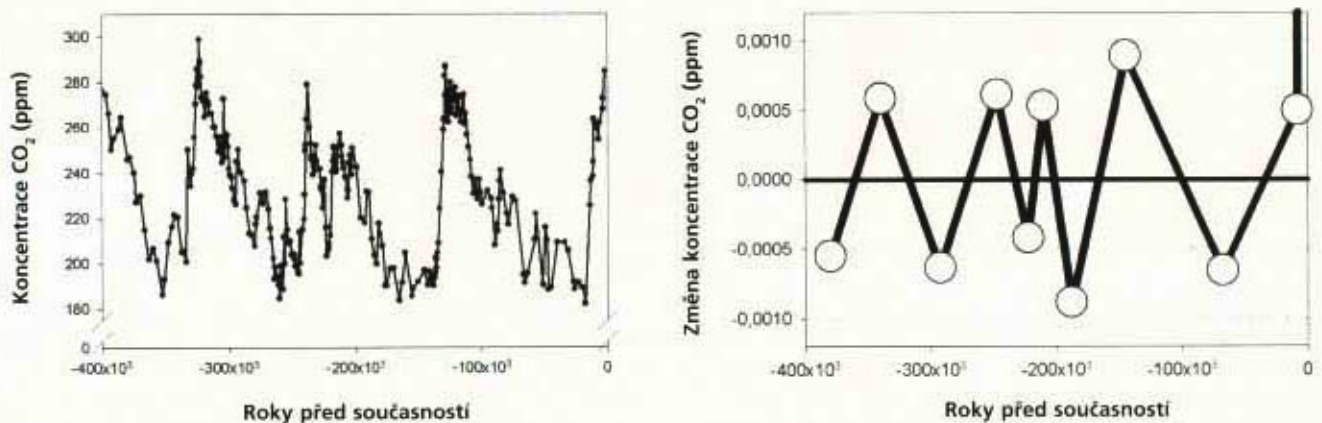
Jako změny globálního klimatu se nyní označují především ty, které jsou vyvolány

antropogenními činnostmi. Po mnoho set tisíc let se koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu pohybovala na úrovni kolem 280 ppm (graf 1). Od počátku 19. století přeměna přirozených ploch na zemědělsky využívanou půdu a zejména spalování stále většího množství fosilních paliv (nejprve uhlí, posléze ropy a zemního plynu) zasáhly do přirozené stability koloběhu uhlíku a začala se soustavně zvyšovat koncentrace oxidu uhličitého (graf 2) až na současných 370 ppm. Spolu s  $\text{CO}_2$  dochází ke zvyšování koncentrace dalších tzv. skleníkových plynů, jimiž jsou zejména metan, oxid dusný a freony.

Změny koncentrací těchto plynů samy o sobě by nebyly nikterak významné. Leč jsou to látky, které vykazují velmi silnou

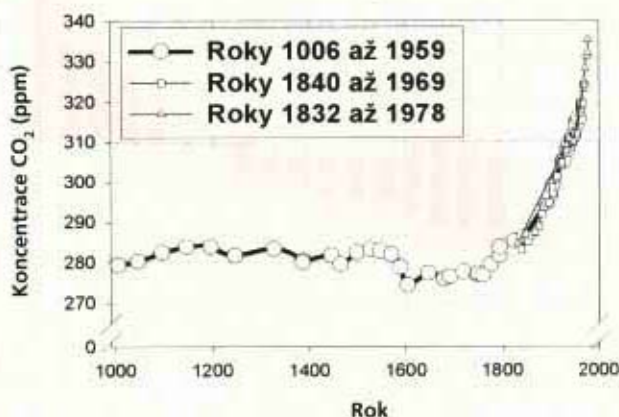
Graf 1 – Změny koncentrace  $\text{CO}_2$  v průběhu uplynulých 400 000 let

Pramen: Petit

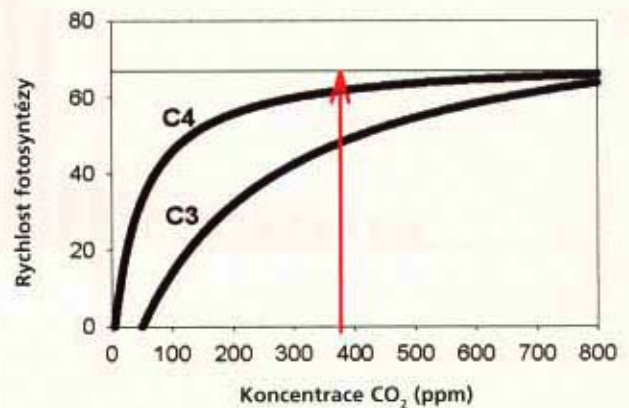


Graf 2 – Průběh koncentrace  $\text{CO}_2$  v uplynulých 1000 letech

Pramen: Etheridge



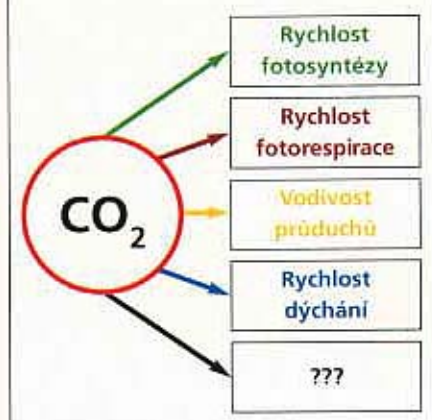
Graf 3 – Závislost rychlosti fotosyntézy na koncentraci  $\text{CO}_2$  u rostlin typu C3 a C4



Červeně je vyznačena současná koncentrace  $\text{CO}_2$  v atmosféře Země.



**Schéma 1 – Přehled přímých účinků oxidu uhličitého na rostliny**

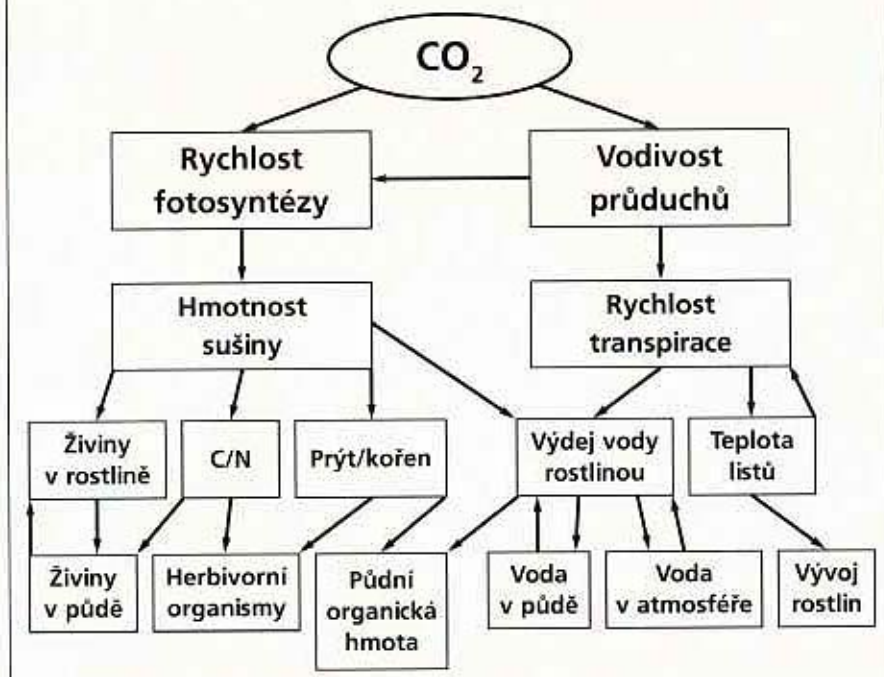


absorpci infračerveného záření v oblastech vlnových délek, kde povrch naší Země (rostlin, půdy, všech předmětů i člověka) emituje svoje vlastní záření. Tím část tohoto záření neuniká do vesmíru, ale je zachycena atmosférou Země, což se projeví zvýšením její teploty. A právě toto zvyšování teploty je hlavním projevem globálních klimatických změn. Samotný skleníkový efekt působí prakticky od vzniku naší planety. Jinak by teplota na povrchu Země byla trvale kolem  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V současné době tedy jde o jeho zesílení, které se projevuje především zvýšením teploty a z toho vyplývajících změn celkového klimatu.

Vědci se zatím nemohou shodnout na tom, o kolik se tato teplota zvyšuje. Nejčastěji se udává zvýšení průměrné teploty na Zemi za poslední století asi o  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ovšem důsledky a projevy změn globálního klimatu jsou několikery. Například:

- **Fenologické změny organismů.** Spolehlivými mnohaletými sledováními bylo v různých oblastech prokázáno, že se na jaře urychluje rašení pupenů stromů, přilet stě-

**Schéma 2 – Znázornění hlavních nepřímých vlivů změny koncentrace  $\text{CO}_2$  na procesy probíhající v rostlinách a vybrané parametry rostlin i půdy**



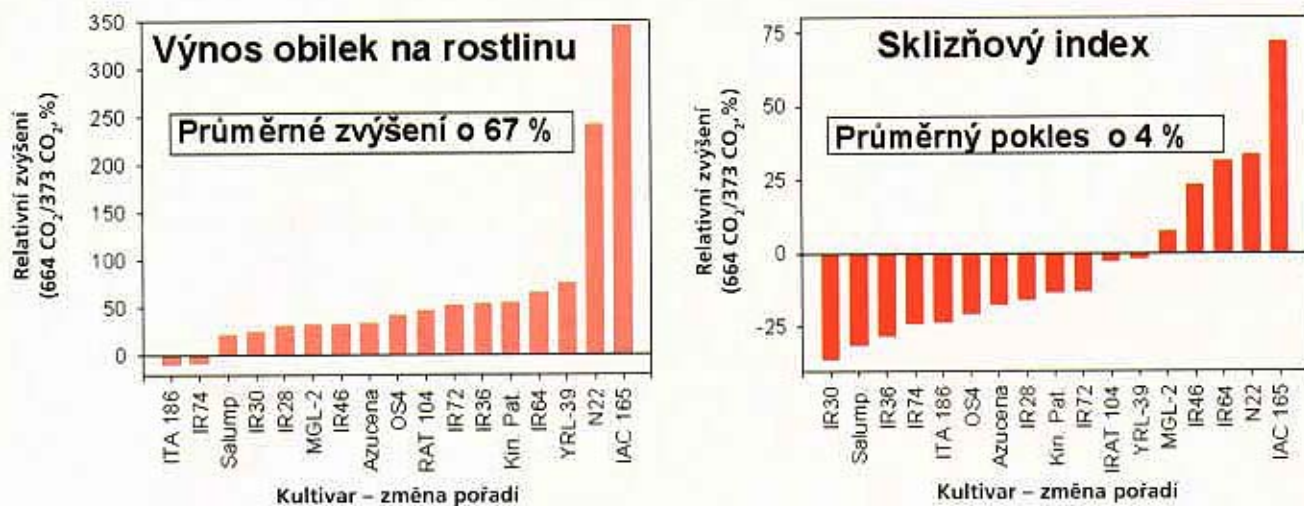
hových ptáků nebo kladení vajec volně žijícími ptáky, prodlužuje se vegetační doba, oddaluje podzimní opad listů atp.

- **Zvyšují se hladiny oceánů.** Odhaduje se, že v tomto století by toto zvýšení mohlo dosáhnout až  $60\text{ cm}$  s nepředstavitelnými důsledky pro obrovská území přímořských oblastí.
- **Tají ledovce v mořích a ustupují ledovce v horách** v rozsahu, který je patrný odborníkům i laikům.
- **Zvyšuje se frekvence mimořádných klimatických jevů,** jako jsou záplavy, přivalové deště, ale současně i dlouhodobá sucha a vlny veder.

Ze studia světové literatury vyplývá, že specialisté jsou téměř jednotní v názoru, že jsme svědky změn globálního klimatu. Neshoda se projevuje například v tom, do jaké míry mohou přirozené změny klimatu toto antropogenní působení zmírnit, nebo naopak zesílit. Názorové rozdíly se projevují také v kvantitativních hodnotách změn jednotlivých parametrů. Naproti tomu zcela nepochybnitelné jsou ony změny koncentrace oxidu uhličitého. A rozhodně stojí za to, věnovat jim patřičnou pozornost.

**Oxid uhličitý má dva hlavní účinky.** Jednak ovlivňuje radiační bilanci Země

**Graf 4 – Vliv zdvojnásobení koncentrace  $\text{CO}_2$  při pěstování 20 odrůd rýže na jejich výnos a hodnotu sklizňového indexu**



Výsledky jsou uvedeny tak, že je vyjádřena změna rostlin z vyšší koncentrace v procentech rostlin pěstovaných při standardní koncentraci  $\text{CO}_2$  (363 ppm). 100 % tedy udává, že v obou variantách byla hodnota příslušného parametru stejná.



a podílí se na zesílení skleníkového efektu Země a dále působí na rychlost fotosyntézy, a tím i produkce biomasy (graf 3).

Oxid uhličitý působí na rostliny tak, že přímo ovlivňuje několik procesů (schéma 1). V návaznosti na toto schéma můžeme shrnout, že zvýšení koncentrace  $\text{CO}_2$  zvyšuje rychlost fotosyntézy a snižuje rychlost fotorespirace, což má pozitivní důsledky pro tvorbu biomasy. Dále dochází k poklesu otevřenosti průduchů, což snižuje spotřebu vody. A konečně se řada autorů domnívá, že zvýšení koncentrace  $\text{CO}_2$  snižuje rychlost dýchání rostlin, což je z hlediska produkce biomasy další pozitivní rys. Nelze ještě vyloučit některé další účinky. Ty ale zatím nebyly přesně popsány.

Jednoznačně pozitivní vliv zvýšené koncentrace  $\text{CO}_2$  na produkci biomasy je ve zdánlivém rozporu s tím, že ani tisíce dosud provedených pokusů neobjasnilo s dostatečnou obecností důsledky zvyšování koncentrace  $\text{CO}_2$  na zemědělské a přirozené ekosystémy. Důvody jsou v podstatě dva. Na zvýšení koncentrace  $\text{CO}_2$  reagují druhy rostlin patřící k tzv. skupině rostlin C3 (slunečnice, pšenice, ječmen atp.) mnohem výrazněji než druhy rostlin C4 (kukuřice, cukrová třtina). Tento aspekt zde nebudu podrobněji rozebírat.

Na přímé účinky vlivu  $\text{CO}_2$  reagují rostliny mnoha dalšími změnami, které jsou znázorněny ve schématu 2. Například zvýšení rychlosti fotosyntézy zvětší hmotnost rostliny, a to především nahromaděním sacharidů (cukrů a škrobu). Tím se mění poměr uhlíku k dusíku (bílkoviny), a tedy i nutriční hodnota této biomasy pro všechny býložravce. Nebo přívření průduchů omezí výdej vody z rostliny transpirací, čehož důsledkem je zvýšení teploty rostliny. To může zase nejen zvýšit rychlost transpirace, ale také urychlit průběh celé vegetace. A právě téměř nekonečná kombinace přímých a zpětných vazeb je příčinou, proč stále ještě nedovedeme spolehlivě odhadnout ani charakteristiku růstu základních polních plodin v podmínkách tohoto století, kdy koncentrace  $\text{CO}_2$  může dosáhnout až 500 ppm i více.

Přesto existují dva způsoby, které naznačují účinné **využití současného zvýšení koncentrace  $\text{CO}_2$** . Jsou to:

**Selekce novošlechtění a výběr odrůd**, které budou s maximální účinností využívat současného nárůstu koncentrace  $\text{CO}_2$ . Podívejme se na graf 4. V pokusu s 20 odrůdami rýže bylo zjištěno, že některé odrůdy prakticky nereagují na zdvojnásobení koncentrace  $\text{CO}_2$  ani zvýšením sklizňového indexu,

ani zvýšením výnosu. Naproti tomu jiné odrůdy reagovaly překvapivě velkými přírůstků výnosů. Obdobných výsledků pokusů je k dispozici více. Je tedy možné již nyní zařadit do šlechtění vhodný parametr, který by vyjadřoval účinnost, s níž novošlechtění reaguje na stále rostoucí koncentraci  $\text{CO}_2$ .

**Modifikace pěstební technologie** tak, aby byla maximálně podporována tvorba těch orgánů, v nichž se spotřebovávají (rostoucí listy, odnože apod.) nebo hromadí asimiláty (to jsou většinou orgány vytvářející hlavní hospodářský výnos – obilky, bulvy, hlízy apod.). Bylo totiž mnohokrát prokázáno, že zvýšená produkce biomasy vyvolaná pěstováním při zvýšené koncentraci  $\text{CO}_2$  je tím větší, čím jsou rostliny lépe zabezpečeny minerálními živinami a vodou. V odborné terminologii se to označuje jako podpora tvorby sinků (spotřebitelů nebo akumulátorů asimilátů) pro zajištění maximálního zvýšení rychlosti fotosyntézy těch orgánů, které představují zdroje asimilátů (především listů).

*(Dokončeno v příštím čísle)*

**Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc.,  
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy,  
Praha**