

MOŽU OČAKÁVANÉ GLOBÁLNE ZMENY OVPLYVNÍŤ POĽNOHOSPODÁRSTVO AJ POZITÍVNE ?

Viliam Novák

Ústav hydrologie, Slovenská akadémia vied, Bratislava

Zvyšovanie koncentrácie radiačne aktívnych plynov (RAP) v atmosfére, s dominantnou úlohou oxidu uhličitého je neoddiskutovateľnou skutočnosťou. Z pôvodnej koncentrácie oxidu uhličitého v predindustriálnej ére $3.3 \cdot 10^{-4} [\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}]$ sa koncentrácia zvýšila asi o 25 percent na $4.1 \cdot 10^{-4}$ a koncentrácia oxidu uhličitého sa zväčšuje naďalej. Čas, kedy sa dosiahne zdvojnásobenie koncentrácie oxidu uhličitého závisí na tom, aké opatrenia sa prijmú na pribrzdzenie tohoto rastu. Všeobecne sa predpokladá, že sa tak stane v priebehu budúceho storočia. Táto skutočnosť má a bude mať nesporný vplyv na procesy prebiehajúce v biosfére a na vývoj klímy. Najčastejšie sa posudzuje vplyv dvojnásobnej koncentrácie CO_2 na priemernú teplotu vzduchu a na zrážkové úhrny. Takmer jednoznačne sa tento vplyv hodnotí negatívne, predpokladá sa zvýšenie priemerných teplôt vzduchu, čo môže spôsobiť napríklad topenie sa ľadovcov a následné zvýšenie úrovne hladín oceánov a ohrozenie existencie obyvateľstva v najhustejšie osídlených pobrežných oblastiach.

V protiklade s pozorovanými tendenciami zvyšovania sa teplôt sú informácie o **znižovaní sa intenzít globálneho žiarenia**, ktoré bolo zistené vyhodnotením celosvetovej siete 46 aktinometrických staníc v rokoch 1958 až 1985 (Stanhill, Moreshet, 1992). Zníženie intenzít globálneho žiarenia za toto obdobie bolo 9 Wm^{-2} , t.j. o 5.3 percenta, toto zníženie bolo pomerne rovnomerne rozdelené vo všetkých pozorovaných staniaciach. Predpokladá sa, že až 90 percent z tejto hodnoty pripadá na adsorpciu vodnými párami a len zvyšok na CO_2 .

Pri hodnotení predpokladaných zmien klímy sú dôležité predovšetkým tri otázky:

Mení sa klíma?

Analýza trendov zmien teplôt v Európe, v ČR a SR ukazuje výrazné zvyšovanie teplôt vzduchu. Za uplynulých 100 rokov sa teploty v ČR zvýšili asi o $0.6 \text{ }^\circ\text{C}$ (Brázdil, 1993), v Hurbanove sa priemerné ročné teploty vzduchu zvýšili o $0,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (Lapin, Šipocz, 1991). Podobný trend je možné pozorovať aj v iných častiach Európy. Zrážkové úhrny za rok v Európe ako celku mierne rastú, v ČR a SR mierne klesajú (Brázdil, 1993).

Sú pozorované zmeny klímy (spravidla zvyšovanie priemerných ročných teplôt vzduchu) dôsledkom zvyšovania sa koncentrácie radiačne aktívnych plynov?

Je skutočnosťou, že zatiaľ sa nepodarilo prístrojovo identifikovať vplyv zvýšenej koncentrácie RA plynov na zmeny klímy. Niektorí autori (Reyfsnyder, 1989) predpokladajú, že zmeny klímy nie sú spojené len so vzrastom koncentrácie CO_2 , ale sú súčasťou prirodzených fluktuácií klímy. Brůžek (1994) presvedčivo ukazuje súvislosti medzi zmenami priemerných ročných teplôt vzduchu, priemerných ročných úhrnov zrážok so zmenami slnečnej aktivity a na ňu naväzujúcich zmien magnetického poľa Zeme.

Ako je možné uspokojivo vysvetliť publikované trendy zvyšovania teplôt vzduchu od polovice 18-teho storočia, teda od začiatkov prístrojových meraní meteorologických charakteristík so skutočnosťou, že významnejšie zvyšovanie koncentrácie CO_2 a iných RA plynov nastalo až v druhej polovici 19-teho storočia?

Sú dôsledky predpokladaných zmien klímy len negatívne pre existenciu človeka, alebo môžu mať tiež pozitívne dôsledky?

Predpokladané zmeny klímy sú často jednoznačne prezentované ako negatívne. Pokúsime sa ukázať, že tieto zmeny bez ohľadu na príčiny ich vzniku môžu byť z hľadiska záujmov ľudstva pozitívne.

VPLYV GLOBÁLNÝCH ZMIEN NA RAST RASTLÍN.

Zvýšenie intenzity fotosyntézy so zvýšením koncentrácie oxidu uhličitého v atmosfére.

Podľa Wittwera (1982) cit. podľa Reyfsnydera(1989) je súčasná koncentrácia oxidu uhličitého suboptimálna pre fotosyntézu a produkciu biomasy.

Intenzita fotosyntézy pri dvojnásobnom zvýšení koncentrácie oxidu uhličitého (na $6.6 \cdot 10^{-4}$) bola skúmaná v laboratórnych podmienkach. Z výsledkov vyplýva, že rastliny typu C₃ (patrí sem 95 percent rastlín) zvýšia intenzitu fotosyntézy až o 28 percent, rastliny C₄ (kukurica, cirok, cukrová trstina) asi o 9 percent.(Cure, Acock, 1986).

Závislosť medzi intenzitou fotosyntézy a koncentráciou CO₂ je logaritmická, t.zn. že so zvyšujúcou sa koncentráciou CO₂ sa znižuje prírastok intenzity fotosyntézy pripadajúci na jednotkové zvýšenie koncentrácie oxidu uhličitého. Približne lineárna závislosť medzi koncentráciou CO₂ a intenzitou fotosyntézy je v intervale koncentrácií CO₂ do $4 \cdot 10^{-4}$.

Podľa výsledkov početných štúdií, ktoré zhrnuli Cure a Acock (1986) sa zníži vodivosť prieduchov rastlín asi o 34 percent, pomerne rovnomerne pre všetky študované plodiny. Pri zvýšení koncentrácie oxidu uhličitého v atmosfére sa zníži vodivosť prieduchov tak že, rastlina čiastočne uzavrie prieduchy listov, čím sa zníži tok CO₂ do podprieduchových dutín, ale zníži sa aj opačne smerujúci tok vodnej pary z listu do atmosféry .

Zníženie intenzity transpirácie.

Pretože CO₂ a vodná para difundujú simultánne tými istými prieduchmi protismerne, pri znížení vodivosti prieduchov sa zníži aj intenzita toku vodnej pary z listu do atmosféry - intenzita transpirácie. Predpokladá sa, že zníženie intenzity transpirácie bude o niečo nižšie ako je zníženie vodivosti prieduchov. Je to spôsobené tým, že pri znížení intenzity transpirácie sa zníži spotreba energie na ochladzovanie listov, čo spôsobí zvýšenie teploty listov, zvýšenie gradientu napätia vodných pár a následné zvýšenie transpirácie.

Zvýšenie intenzity fotosyntézy zvýšením koncentrácie oxidu uhličitého v koreňovej oblasti pôdy.

Zvýšená koncentrácia CO₂ v pôdnej vode môže zvýšiť dostupnosť živín a zvýšiť hormonálnu aktivitu v rastline, čo môže viesť k zvýšeniu intenzity fotosyntézy. Závlaha vodou so zvýšenou koncentráciou CO₂ viedla vo väčšine prípadov k zvýšeniu úrod. Príčinou je tiež prenos CO₂ z pôdy cez rastlinu do listov a využitie takto získaného CO₂ v procese fotosyntézy (Enoch, Olsen, 1993).

Vplyv teploty na fotosyntézu.

Predpokladané zvýšenie teplôt vzduchu v súvislosti so zvýšenou koncentráciou CO₂ môže tiež spôsobiť zvýšenie intenzity fotosyntézy. Intenzita fotosyntézy je totiž výrazne závislá na teplote rastlinného pletiva. Všeobecne sú známe zovšeobecnené závislosti medzi intenzitou fotosyntézy a teplotou (Jones, 1983). Tieto závislosti majú maximum pri teplotách medzi 20 až 40 °C, pričom teplobytné druhy majú maximum posunuté smerom k vyšším teplotám. Maximálna intenzita fotosyntézy zemiakov je pri teplote pletív 31°C, rajčiak má maximum pri 35°C, uhorka pri 37°C. Pri teplotách pletív prevyšujúcich maximum, intenzita fotosyntézy prudko klesá. Teplota, pri ktorej je intenzita fotosyntézy toho istého rastlinného druhu maximálna, závisí na teplotách prostredia v ktorom rastlina vegetovala. To znamená, že rastlina rastúca v relatívne chladnejších podmienkach má maximum pri nižších teplotách ako rastlina naadaptovaná na vyššie teploty. Porušenie buniek zemiakov môže nastať pri teplotách vyšších ako 42°C, pre teplobytné rastliny z púštného prostredia sa bunky neporušia ani pri

teploty pletív 52°C (Jones, 1983). Z horeuvedeného vyplývá, že pre rastliny mierneho pásma, kde teploty listov zriedkavo presahujú 25°C, zvýšenie ich teploty môže spôsobiť zvýšenie intenzity fotosyntézy.

Vplyv zvýšenej teploty vzduchu na dĺžku vegetačného obdobia a sumu teplôt.

Predpokladané zvýšenie teploty vzduchu predĺži vegetačné obdobie rastlín, čím sa umožní pestovanie takých rastlinných druhov, ktoré rastli južnejšie, (Špáňik, 1994).

Minimálna prahová teplota pre rast rastlín mierneho pásma je 5-6 °C, pre teplobytné rastliny ako je kukurica je minimálna teplota asi 10 °C. Dĺžka vegetačného obdobia je časový interval roka, v ktorom sú priemerné denné teploty vzduchu vyššie ako minimálne (prahové) teploty. Dĺžka vegetačného obdobia je limitujúcim faktorom hlavne pre severne položené lokality. Napríklad zníženie priemernej ročnej teploty vzduchu o 2.4 °C na Islande zredukovalo dĺžku vegetačného obdobia trávy na 75 percent. (Jones, 1983).

Suma teplôt D (degree day) je integrálom rozdielu priemerných denných teplôt vzduchu a teplotného prahu počas vegetačného obdobia a možno ním charakterizovať intenzitu rastu rastlín. Spolu s dĺžkou vegetačného obdobia dáva predpoklady pre pestovanie rastlín.

Suma teplôt sa zvýši so zvýšením priemernej teploty vzduchu, čo urýchli ontogenézu rastlín. V horeuvedenom príklade, keď sa na Islande skrátilo vegetačné obdobie o 25 percent pri znížení priemernej teploty o 2.4 °C sa D znížilo až o 54 percent. Pri znížení teploty vzduchu počas vegetačného obdobia o 0.82°C sa znížila úroda sena o 25 percent, aj keď istú úlohu tu mohli hrať aj iné, neidentifikované faktory.

Horeuvedené úvahy boli založené na analýze faktických informácií. Nakoniec uvedieme výsledky výpočtov globálnych cirkulačných modelov, týkajúcich sa prognóz zrážkových úhrnov pre situáciu, kedy sa koncentrácia CO₂ v atmosfére zdvojnásobí. Naše informácie o budúcich klimatických zmenách môžu byť výsledkom trendovej analýzy (Lapin, Šipocz, 1991, Brázdil, 1993), alebo výsledkom využitia globálnych cirkulačných modelov (Brázdil, 1993, Svoboda, 1994). Z výsledkov trendových analýz pre územie ČR a SR vyplýva, že ročné úhrny zrážok sa budú znižovať.

Z výsledkov viacerých GCM (UKMO, GFDL, GISS, OSU) naopak vyplýva, pre predpokladanú dvojnásobnú koncentráciu CO₂ v atmosfére zvýšenie ročných úhrnov zrážok o 3-9 percent (OSU) a 24-30 percent (UKMO). Len GCM GFDL (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, Princeton, U.S.A.) predpokladá mierne zníženie zrážkových úhrnov v letnom období o 4 percentá (Svoboda, 1994).

LITERATÚRA:

- BRÁZDIL, R. (1993): Změny klimatu v České a Slovenské republice - konfrontace modelů a pozorování. Meteorolog. zprávy, 46, 101-105.
- BRUŽEK, V. (1994): Hrozí srdci Evropy poušť... nebo doba ledová? Tech. magazín, č.6, s.14-17.
- CURE, J.D., ACOCK, B. (1986): Crop responses to carbon dioxide doubling: a literature survey. Agric.For.Met., 38, 127-145.
- ENOCH, H.Z., OLESEN, J.M. (1993): Tansley Review No.54. Plant response to irrigation with water enriched with carbon dioxide. New Phytol., 124,
- JONES, H.G. (1983): Plants and microclimate. Cambridge, Cambridge Univ. Press.
- LAPIN, M., ŠIPOCZ, M. (1991): Možné dopady predpokladaných zmien klímy na vodnú bilanciu na nížinách Slovenska. Meteorologické zprávy, 44, 79-83.
- REYFSNYDER, W.E. (1989): A tale of ten fallacies: The skeptical enquirers view of the carbon dioxide, climate controversy. Agric. and Forest Meteorol., 47, 349-371.

SVOBODA, A. (1994): Dopady klimatických změn na vodné zdroje - aké máme podklady?
J. Hydrolog. Hydromech., 42, 14-24.

ŠPÁNIK, F. (1993): Vplyv klimatických zmien na poľnohospodárstvo. Meteorolog. zprávy,
46, 121-123.

STANHILL, G., MORESHET, S. (1992): Global radiation climate changes: The world
network. Climatic Change, 21, 57-75.

SUMMARY

CAN BE IMPACT OF CLIMATIC CHANGES ON AGRICULTURE EVEN
POSITIVE?

It is generally believed, that the impact of climatic changes on agriculture will be negative, due to the lack of soil water. In this paper there are discussed possible positive effects of global changes on agriculture:

- increasing of photosynthesis intensity due to increasing CO₂
- increasing of transpiration intensity due to stomata closing
- the influence of CO₂ concentration on the soil water on plant processes
- the influence of increased of air temperature on intensity of photosynthesis and length of vegetation period.