

PRODUKCE CO₂ V KRASOVÝCH PŮDÁCH V OBLASTI JESKYNĚ BÝČÍ SKÁLA (MORAVSKÝ KRAS)

CO₂ production in karst soils in the field above the Býčí Skála Cave (Moravian Karst)

Marcela Pražáková¹, Martin Blecha², Jiří Faimon¹

¹ Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: 211072@mail.muni.cz;

² Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (VÚMOP, v. v. i.), Žabovřeská 250, Zbraslav, 256 27 Praha 5; e-mail: tiger@mail.muni.cz

(24-41 Vyškov)

Key words: Býčí Skála, carbon dioxide, humidity of soils, Moravian Karst, vegetation

Abstract

Carbon dioxide is main component affecting carbonate speleothem growth. The factors controlling the production of CO₂ in karst soils are still not completely understood. These factors were studied at the Býčí Skála site in the Moravian Karst under different seasonal conditions. The CO₂ concentrations in soil air were found to correlate significantly with (1) temperature and (2) humidity in deeper soil profiles only.

Úvod

Produkce CO₂ patří v poslední době k nejvíce skloňovaným slovním spojením v souvislosti s globálním oteplováním Země. V krasu je s produkcí CO₂ spjata rozpouštění vápenců a vznik nebo koroze karbonátových speleotém. Voda, prosakující krasovým profilem, je obohacena CO₂ pocházejícím (1) z degradace organických látek působením mikroorganismů a (2) z respirace kořenového systému rostlin v půdách. V jeskyních je tato voda zdrojem chemických složek pro růst nebo korozi speleotém. Studium CO₂ v půdě, epikrasu, vadózní zóně a v jeskyních by mělo přispět k lepšímu pochopení krasových procesů. Cílem práce bylo ověřit na základě nových dat závislost produkce CO₂ na sezonních podmínkách v půdách vyvinutých pod specifickou vegetací (buky) v národní přírodní rezervaci Býčí skála v Moravském krasu.

Moravský kras náležící geograficky k západní části geomorfologického celku Drahanské vrchoviny. Rozkládá se severně od Brna jako pás dlouhý cca 25 km a široký 3–6 km. Představuje plochou vrchovinu v průměrné nadmořské výšce 448 m, svažující se k jihu. Horniny jsou zde tvořeny převážně devonskými a spodnokarbonskými vápenci.

Půdy Moravského krasu jsou těžšího charakteru s hojným obsahem šterku, mělké a chudé na vodu, minerálně velmi bohaté. Typický půdní typ zde představují šedé až tmavě šedé rendziny. Na svazích s dochovaným smíšeným porostem listnatých dřevin (javor klen, jilm, buk, jasan) a s bohatým bylinným podrostem dominují černé či mulové rendziny. Pukliny a klínové trhliny vápenců jsou vyplněny červenozemními půdami (terra rossa), vytvořenými zvětráváním vápenců v době teplého a vlhkého klimatu třetihor (Štefka et al. 2001).

Metodika

Místa měření byla vybrána nad jeskyní Býčí skála vzhledem k následné možnosti porovnání dat s daty naměřenými v jeskyni. Měřicí body byly situovány v místě s vegetačním pokryvem tvořeným bukovým lesem různého stáří. Na lokalitě byly za pomoci odběrové tyče vyhloubeny čtyři sondy rozdílné hloubky ve vzdálenosti cca 5 metrů: BS1 (hloubka 17 cm), BS2 (hloubka 31 cm), BS3 (hloubka 32 cm) a BS4 (hloubka 45 cm). V každé sondě byla průběžně měřena koncentrace CO₂ (univerzální měřicí přístroj ALMENO 2290–4 s infračerveným detektorem FYA600CO₂H, Ahlborn, Germany), teplota a vlhkost (GFTH 200 digitální vlhko/teploměr, Greisinger electronic GmbH, Germany). Monitoring probíhal od srpna 2008 nepravidelně každý měsíc do února 2009.

K pedologické charakteristice byl odebrán vzorek kompletního půdního profilu. Hloubka profilu byla 70 cm. Profil byl dobře makroskopicky rozeznatelný: skládal se z horizontu nadložního humusu vytvořeného spadem bukového lesa (O), humózního lesního horizontu (Ah), kambického hnědého horizontu (Bv) a substrátového

| HP [cm] | Charakteristika | Klasifikace |
|---------|---|--|
| 0–5 | organický materiál | horizont nadložního humusu O |
| 5–30 | šedohnědá hlinitojílovitá zemina, rozpadavá | humózní lesní horizont Ah |
| 30–50 | žlutohnědá jílovitohlinitá zemina s příměsí skeletu | kambický hnědý horizont Bv |
| 50–70 | hnědá, jílovitohlinitá zemina s příměsí skeletu | substrátový horizont obohacený karbonáty Crk |

Tab. 1: Makroskopický popis půdního vzorku z lokality Býčí skála (Moravský kras). HP – hloubka půdního profilu.

Tab. 1: Macroscopic description of soil sample from the Býčí Skála site (Moravian Karst). HP – soil profile depth.

horizontu obohaceného karbonáty (Crk), který přecházel v matečnou karbonátovou horninu (tab. 1).

Výsledky

Relativní vlhkost půdního vzduchu v půdních sondách (obr. 1a) se pohybovala od 83,2% do 100%. Nižší vlhkost byla měřena v letních měsících: průměrná hodnota od srpna do září byla 94,4%, nejnižší hodnota 83,2% byla naměřena v srpnu. Od listopadu do února pak vlhkost dosahovala 100%. Nejvyšší průměrná vlhkost byla měřena v sondě BS2 (95,1%), nejnižší průměrná vlhkost v sondě BS3 (93,5%). Relativní vlhkost byla přepočítána na vlhkost specifickou (pohybovala se v rozmezí 0,004–0,017 kg.kg⁻¹).

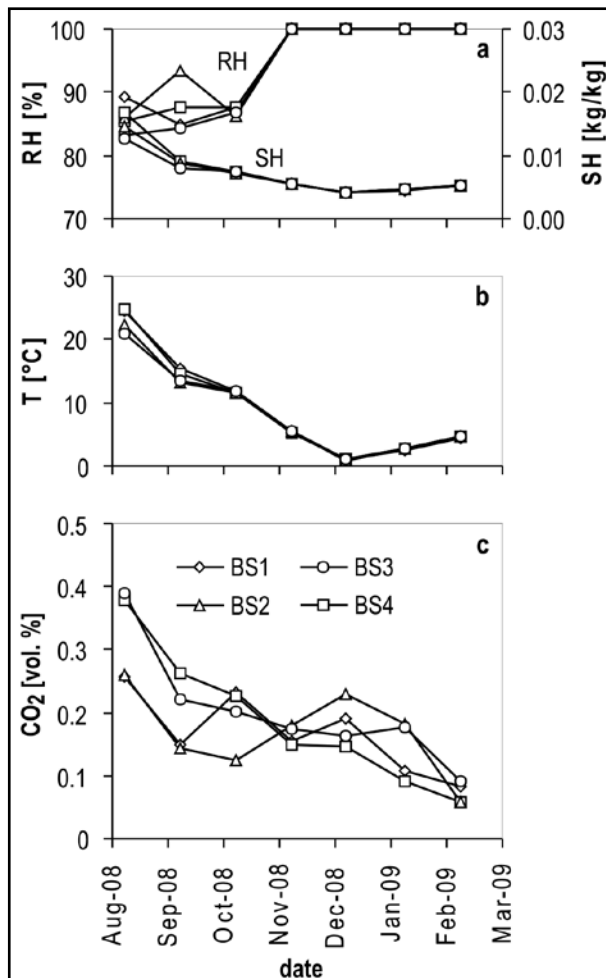
Teplota půdní atmosféry (obr. 1b) variovala v rozmezí od 1,0 do 24,9 °C. Nejteplejší měsíc byl srpen a nejchladnější prosinec. Nejhlubší sonda BS4 vykazovala nejvyšší teplotu (24,9 °C) i nejvyšší průměrnou teplotu (9,3 °C). Nejnižší průměrnou teplotu vykazovala sonda BS3 (8,6 °C).

Koncentrace CO₂ v půdním vzduchu se pohybovala v rozmezí od 0,057–0,390 obj. % (obr. 1c). Při přechodu

z letních měsíců na zimní se koncentrace CO₂ v půdním vzduchu ve všech sondách systematicky snižovaly. Maximální koncentrace byla naměřena v srpnu (0,390 obj. %), minimální koncentrace v únoru (0,057 obj. %). Nejnižší produkci půdního CO₂ vykazovala sonda BS1 (koncentrace 0,084–0,258 obj. %, s průměrnou hodnotou 0,168 obj. %), nejvyšší produkci sonda BS3 (koncentrace 0,091–0,390 obj. % s průměrnou hodnotou 0,202 obj. %).

Diskuze

Výsledky studie v oblasti Býčí skály za období od srpna 2008 do února 2009 potvrzují sezonní závislost produkce půdního CO₂, což je v souladu s výsledky dalších autorů (Fang a Moncrieff 2001, Jassal et al. 2005, Reth et al. 2005). Koncentrace CO₂ naměřené na dané lokalitě jsou konzistentní také s koncentracemi měřenými v půdách nad Punkevními jeskyněmi (Moravský kras) (rozmezí od 0,063 do 1,060 obj. %, Rakušan 2007). Během studovaného období došlo k systematickému poklesu denní teploty a postupnému vegetačnímu útlumu. Je všeobecně známo, že v období vegetačního klidu dochází k poklesu (1) intenzity kořenové respirace i (2) aktivity půdních mikroorganismů. Očekávalo se proto postupné snižování produkce půdního CO₂. Přestože trendy ve vývoji CO₂, teploty a specifické vlhkosti jsou zhruba konzistentní, statisticky významné korelace těchto proměnných (p < 0,05) byly nalezeny pouze v hlubších sondách (BS3, BS4) (korelace CO₂/T a CO₂/SH byly pozitivní, CO₂/RH negativní). Korelace stejných proměnných v mělkých sondách (BS1, BS2) jsou statisticky nevýznamné (tab. 2). Zde jsou zřejmě koncentrace CO₂ řízeny dalšími proměnnými. Statisticky nevýznamné byly i dílčí korelace koncentrací CO₂ s hloubkou profilu (p ~ 0,19 až 0,97). Nevýznamná byla i korelace průměrných koncentrací CO₂ v různých sondách s hloubkou profilu (p = 0,49). Studie tak nepotvrdila závislost produkce na hloubce, jak o ní referují Frier et al. (2005). Studované půdní profily a jejich klasifikace jsou v souladu se studií půd v severní části Moravském krasu (Štefka et al. 2001, Schwarzová et al. 2005).



Obr. 1: Vývoj proměnných v půdním vzduchu na lokalitě Býčí skála (Moravský kras): a – relativní vlhkost RH a specifická vlhkost SH, b – teplota T, c – koncentrace CO₂. BS1, BS2, BS3 a BS4 označují jednotlivé půdní sondy.

Fig. 1: Evolution of variables in the soil air at the Býčí Skála site (Moravian Karst): a – relative humidity RH and specific humidity SH, b – temperature T, c – CO₂-concentration. BS1, BS2, BS3, and BS4 represent individual soil probes.

| SP | HS [cm] | T | | RH | | SH | |
|-----|---------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| | | r | p | r | p | r | p |
| BS1 | 17 | 0,65 | 0,111 | -0,56 | 0,189 | 0,67 | 0,101 |
| BS2 | 31 | 0,28 | 0,539 | -0,20 | 0,669 | 0,40 | 0,374 |
| BS3 | 32 | 0,86 | 0,014 | -0,76 | 0,050 | 0,91 | 0,004 |
| BS4 | 45 | 0,93 | 0,002 | -0,90 | 0,006 | 0,91 | 0,004 |

Tab. 2: Korelace koncentrací CO₂ s teplotou, relativní vlhkostí a specifickou vlhkostí půdního vzduchu v půdních sondách (korelační koeficienty r a hodnoty p). Statisticky významné jsou korelace s p ≤ 0,05. Vytělivky: SP – půdní sonda, HS – hloubka půdní sondy, T – teplota, RH – relativní vlhkost, SH – specifická vlhkost, r – korelační koeficient, p – hodnota pravděpodobnosti při testování hladiny významnosti.

Tab. 2: Correlation of CO₂ concentrations with temperature, relative humidity and specific humidity of soil air in dependence on soil profile depth (correlation coefficients, r and p-values). The correlations with p ≤ 0.05 are statistically significant. Explanations: SP – soil probe, HS – soil probe depth, T – temperature, RH – relative humidity, SH – specific humidity, r – correlation coefficient; p-value.

Závěr

Produkce CO₂ v krasových půdách byla studována v oblasti Býčí skála v Moravském krasu. Možným faktorem ovlivňujícím produkci je teplota a vlhkost: s rostoucí teplotou a specifickou vlhkostí koncentrace CO₂ v půdním vzduchu roste. Tato jednoduchá závislost však byla potvrzena pouze ve dvou hlubších profilech. Ve dvou zbývajících mělkých profilech prokázána nebyla. Podobně nebyla prokázána ani závislost koncentrací CO₂ na hloubce profilu.

Vliv vegetačního pokryvu bude zřejmý až po porovnání s výsledky studia půd vyvinutých na lokalitách Moravského krasu s odlišnou vegetací. Práce je součástí bakalářské práce Pražákové (2009).

Poděkování

Autoři děkují recenzentovi práce J. Zemanovi za podnětné připomínky. Práce byla podporována grantem MSM0021622412 MŠMT ČR.

Literatura

- Fang, C. – Moncrieff, J. B. (2001): The dependence of soil CO₂ efflux on temperature. – *Soil Biol. Biochem.*, 33, 2, 155–165.
- Frier, N. – Chadwick, O. A. – Trumbore, S. E. (2005): Production of CO₂ in Soil Profiles of a California Annual Grassland – Ecosystems, 8, 4, 412–429.
- Jassal, R. S. – Blaf, A. – Novák, M. – Morgenster, K. – Nestic, Z. – Gaumont-Guay, D. (2005): Relationship between soil CO₂ concentrations and forest-floor CO₂ effluxes. – *Agr. Forest Meteorol.*, 130, 176–192.
- Pražáková, M. (2009): Produkce CO₂ v krasových půdách v oblasti jeskyně Býčí skála (Moravský kras). – MS, bakalářská práce, MU, Brno.
- Rakušan, M. (2007): Produkce CO₂ v půdních profilech na vybraných lokalitách Moravského krasu. – MS, bakalářská práce, Masarykova univerzita, Brno.
- Reth, S. – Reichstein, M. – Falge, E. (2005): The effect of soil water content, soil temperature dependence. – *Geophys. Res. Lett.*, 29, 6, 10–14.
- Schwarzová, M. – Faimon, J. – Štelcl, J. – Zajíček, P. – Krištof, I. (2005): Acidobazické reakce výluhů půd na vybraných lokalitách Moravského krasu. – *Geol. výzk. Mor. Slez.*, 12, 1, 115–116.
- Štefka, L. – Balák, I. – Kovařík, M. – Kotlánová, M. – Jančo, J. – Koutecký, B. – Franc, D. (2001): Plán péče o NPR Býčí skála 2001–2011. – MŽP ČR, Blansko.