

SEDIMENTÁRNĚ PETROGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA PŮDNÍCH PROFILŮ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH MORAVSKÉHO KRASU

Sedimentary and petrologic characterization of the soil profiles
at selected sites in the Moravian Karst

Monika Schwarzová, Ivana Zatloukalová, Jindřich Štelcl, Jiří Faimon

Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno;

e-mail: 13255@mail.muni.cz, 64127@mail.muni.cz, stelcl@sci.muni.cz, faimon@sci.muni.cz

(24-33 Protivanov)

Key words: composition; depth; karst; mineral; profile; soil; vegetation

Abstract

A case study of karst soils was performed at sites on the Macocha Plateau (North part of the Moravian Karst) with different type of vegetation cover (spruce, mixed and deciduous forest). The soils were classified as degraded kambic rendzina and kambic rendzina in deciduous forest and spruce forest, respectively. Sandy fraction was dominant in almost all types and depths of soil profiles. A cumulative clay/silt fraction partly predominated near the surface. Gravel fraction predominated at the soil profile base. All gravel clasts were identified as micritic calcite and classified as sharp-edged and sub-spherical. Microfossils were identified in the samples from spruce forest (*Amphiphora*, *Ostracoda*). In clay/silt fractions, quartz was predominant mineral and plagioclase was less abundant. Clay minerals as chlorite, illite, kaolinite, and smectite were proved just qualitatively. The organic matter content decreased with depth of soils profiles in spruce forest, probably as a result of organic matter degradation. In contrast, organic matter content was nearly invariant across the soil profile in deciduous forest. The calcite content increased with depth in all soil profiles. A total Ca removal in the upper parts of profiles is probably due to mineral dissolution by acid pore solutions. Calcite found in deeper parts of soil profiles indicates that this acidity has been neutralized in the upper part of the profiles.

V souvislosti s korozi kalcitových speleotém a produkci CO_2 v půdách nadloží se na Macošské plošině v severní části Moravského krasu (viz obr. 1) uskutečnila předběžná studie krasových půd. Vytipovány byly 3 lokality lišící se vegetačním pokryvem (lokality s pracovním názvem Smrkový les, Smíšený les a Listnatý les), na kterých probíhal pedologický, petrografický a geochemický výzkum (tab. 1). Půdy byly vzorkovány odběrovou tyčí o délce 1,2 m z různých úrovní půdního profilu. Vzorky byly rozděleny přesíváním přes sadu sít do 3 frakcí: <0,06 mm (kumulativní jílová a prachová frakce, dále označovaná jako JF), 0,06–2 mm (písková frakce, dále označovaná jako PF) a >2 mm (šterková frakce, dále označovaná jako SF). SF byla studována makroskopicky pomocí binokulárního mikroskopu (barva, tvar a zaoblení klastů, charakter povrchu) a mikroskopicky ve výbrusech polarizačním mikroskopem Jenalab (mikrostruktura, mikrofosílie). Fázové složení JF bylo určeno RTG-difrakční analýzou (prášková metoda, difraktometr STOE STADI – P, reflexní uspořádání, kobaltová čára). Parciální chemickou analýzou byly určeny celkové obsahy H_2O (Penfieldova metoda), CO_2 (absorpční stanovení na askarit) a ztráta žíháním (žíháno při 1000 °C). Ve vylučích HCl (1:1) byl stanoven Ca (komplexometrická titrace).

Mocnost půdního horizontu pod smrkovými monokulturami se pohybovala v rozmezí 70–80 cm. V listnatém lese dosahoval půdní horizont mocnost 30–50 cm, ojediněle až 60 cm. Půdy byly vyvinuty přímo na skeletovitém karbonátovém matečném substrátu. Na základě pedogenetického studia byly půdní vzorky



Obr. 1 – Situační plánec severní části Moravského krasu s vyznačenými lokalitami odběrových míst.

Fig. 1 – Sketch map of the sampling sites in North part of the Moravian Karst.

zařazeny do kategorie (1) vyluhovaných (degradovaných) rendzin a (2) kambických rendzin. Intenzivně vyluhované rendziny byly zjištěny zejména v listnatém lese; kambické rendziny převažovaly v lese smrkovém. Jako hlavní pedogenetický proces se pravděpodobně uplatnila humifikace a zvětrávání (Tomášek 2003). Půdy jsou detailně charakterizovány v tab. 2.

Na lokalitě Smrkový les převládá ve svrchní a střední části profilu (0–60 cm) PF. S hloubkou je PF rozdělena

následovně: 50–70 hm. % ve svrchních partiích profilů (0–30 cm); 60–80 hm. % ve střední partii profilů (30–60 cm); 20–50 hm. % na bázi profilů (60–80 cm). SF se začíná objevovat až v hloubce 50–60 cm (10–20 hm. %), dominuje na bázi profilů (60–70 hm. %), v hloubce 70–80 cm. Maximální obsah JF (30–40 hm. %) byl pozorován ve svrchních partiích profilů (0–30 cm); s hloubkou se obsah JF snižuje. Na bázi profilů (70–80 cm) je obsah JF pouze 5–15 hm. %.

Na lokalitě Smíšený les je obsah PF v celé délce profilu okolo 60 hm. %, pouze na bázi se obsah PF snižuje

na 30–40 hm. %. SF se objevuje již v hloubce okolo 25 cm (2–12 hm. %) a s hloubkou se její podíl zvyšuje: na bázi profilů v hloubce 35–45 cm je její obsah 50–60 hm. %. JF je nejvíce zastoupena (30–40 hm. %) ve svrchních částech profilů (do 20 cm) a s hloubkou se snižuje až na 2 hm. % na bázi profilů.

Na lokalitě Listnatý les se obsah PF napříč profily příliš nemění (variuje v rozmezí 60–70 hm. %). Nízký obsah SF (do 6 hm. %) se zde vyskytuje již v hloubkách kolem 40 cm. S hloubkou se obsah SF zvyšuje až na 30 hm. %. Obsah JF je nejvyšší v hloubkách do 15 cm (až

50 hm. %). S hloubkou obsah JF klesá až k limitním hodnotám kolem 10 hm. % na bázi profilů. Výsledky granulometrické analýzy ze všech půdních profilů jsou shrnuty v tab. 3.

Všechny půdní klasty ze studovaných lokalit byly klasifikovány jako mikritické vápence, s lokálním přechodem mikritové mikrostruktury v mikrostrukturu chuchvalcovitou. Výskyt bezbarvých krystalů kalcitu naznačuje částečnou rekrystalizaci. Vápencové klasty (maximální velikost kolem 4 cm) jsou mikroskopicky pronikány hustou sítí žilek, vyplněných mladším karbonátem. Převažuje barva tmavošedá, na profilech v jehličnatém lese přecházejí do světle šedých odstínů. Podle Pettijohnovy klasifikace (Pettijohn 1975) jsou klasty převážně poloostrohnané (subangulární) až polozaoblené (suboválné). Mají matný, nerovný povrch, s četným rýhováním. Ve vzorcích klastů z lokality Smrkový les byly nalezeny mikrofosílie (ostrakodi a amfipory). Ojedinelý byl nález schránky mlže vyplněné kalcitem.

| Název | Lokalizace | Popis vegetace | Studovaný parametr |
|--------------|---|--|--|
| Smrkový les | 300 m jv. od hotelu Macocha na Křenkové stezce | Mladý smrkový les (50-75 let) s minimálním bylinným pokryvem | Pedologie; parciální, granulometrická a RTG-analýza; mikroskopie |
| Smíšený les | 300 m sz. od hotelu Macocha na Salmově stezce (od spodního můstku propasti Macocha směr Pustý žleb) | Smíšený les - starší bukový les (100 let) se smrkovým a bukovým mlázím (20-50 let), druh. bohaté bylinné patro | Granulometrická a RTG-analýza |
| Listnatý les | 1 500 m severně od Macochy na okraji Pustého žlebu | Starší bukový les (100 let) s druhově bohatým bylinným patrem | Pedologie; parciální, granulometrická a RTG-analýza; mikroskopie |

Tab. 1 – Popis lokalit.

Tab. 1 – Characterization of sites.

| | Hloubka [cm] | Charakteristika | Klasifikace |
|-----------------------|--------------|---|--|
| lokalita Smrkový les | 0 – 3 | Organický materiál (starší opad) | Anhydrogenní horizont nadložního humusu O |
| | 3 – 12 | Tmavošedá humózní jílovitohlinitá zemina | Anhydromorfní humózní lesní horizont Ah |
| | 12 – 54 | Žlutohnědá jílovitá zemina s příměsí skeletu | Hnědý horizont obohacený karbonáty Bvk |
| | 54 – 73 | Hnědá jílovitá slabě skeletovitá zemina | Přechod hnědého horizontu k substrátovému horizontu obohacenému karbonáty BvkCrk |
| | 73 – 76 | Tmavošedá jílovitá skeletovitá zemina, leží na podložní hornině | Substrátový horizont obohacený karbonáty Crk |
| lokalita Listnatý les | 0 – 2 | Organický materiál (starší opad) | Anhydrogenní horizont nadložního humusu O |
| | 2 – 15 | Šedohnědá hlinitojílovitá zemina s mírným barevným přechodem dospodu, suchá a rozpadavá | Anhydromorfní humózní lesní horizont Ah |
| | 15 – 35 | Žlutohnědá jílovitohlinitá zemina, má větší obsah prachu a příměs skeletu | Kambický hnědý horizont Bv |
| | 35 – 55 | Hnědá, jílovitohlinitá silně skeletovitá zemina, tvoří přechod k pevné hornině | Substrátový horizont obohacený karbonáty Crk |

Tab. 2 – Pedologie půdního profilu.

Tab. 2 – Pedology of soil profile.

Fázová RTG-analýza JF ukázala, že ve všech vzorcích dominuje křemen s malým množstvím plagioklasu. V nejhlubších partiích půdních profilů se objevuje kalcit. Z jílových minerálů byl kvalitativně indikován chlorit, kaolinit, illit a smektit (detaily v tab. 4).

Ze ztráty žíhání byl po odečtení CO₂ a celkové H₂O odhadnutý obsah organické hmoty. Na lokalitě Smrkový les

tento obsah klesá z 3,46% (10–20 cm) na 0,81% na bázi profilu (70–80 cm). Na lokalitě Listnatý les je obsah organické hmoty napříč profily téměř konstantní: v hloubce 0–10 cm byl obsah organické hmoty 2,14%, v hloubce 40–50 cm na bázi profilu 2,11%.

Z obsahu CO₂ ve vzorcích byl vypočítán obsah CaCO₃ (obsahy Ca určené chemickou analýzou několi-

| Lokalita | hloubka profilu frakce | 0-10 cm | 10-20 cm | 20-30 cm | 30-40 cm | 40-50 cm | 50-60 cm | 60-70 cm | 70-80 cm |
|-----------------------|------------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | Smrkový les vzorek 1 | štěrk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | písek | 47 | 48 | 52 | 61 | 62 | 62 | 70 | 67 |
| | prach + jíł | 53 | 53 | 48 | 39 | 38 | 38 | 24 | 19 |
| Smrkový les vzorek 2 | štěrk | – | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 51 | 73 |
| | písek | – | 57 | 63 | 72 | 76 | 67 | 46 | 23 |
| | prach + jíł | – | 43 | 37 | 28 | 24 | 14 | 6 | 4 |
| Smrkový les vzorek 3 | štěrk | – | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 40 | 60 |
| | písek | – | 72 | 66 | 62 | 81 | 75 | 50 | 37 |
| | prach + jíł | – | 28 | 34 | 38 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| Smíšený les vzorek 1 | štěrk | 0 | 0 | 13 | 55 | | | | |
| | písek | 62 | 71 | 73 | 35 | | | | |
| | prach + jíł | 38 | 30 | 15 | 10 | | | | |
| Smíšený les vzorek 2 | štěrk | 0 | 0 | 13 | 62 | | | | |
| | písek | 68 | 72 | 73 | 30 | | | | |
| | prach + jíł | 32 | 28 | 14 | 8 | | | | |
| Smíšený les vzorek 3 | štěrk | 0 | 0 | 0 | 7 | 42 | 56 | | |
| | písek | 66 | 64 | 71 | 87 | 54 | 42 | | |
| | prach + jíł | 34 | 36 | 29 | 6 | 4 | 2 | | |
| Listnatý les vzorek 1 | štěrk | 0 | 0 | 1 | 6 | 51 | | | |
| | písek | 45 | 53 | 67 | 75 | 44 | | | |
| | prach + jíł | 55 | 47 | 32 | 19 | 5 | | | |
| Listnatý les vzorek 2 | štěrk | 0 | 0 | 0 | 6 | 15 | 35 | | |
| | písek | 74 | 69 | 63 | 77 | 76 | 60 | | |
| | prach + jíł | 26 | 31 | 38 | 17 | 9 | 6 | | |

Tab. 3 – Výsledky granulometrických analýz půdních profilů (hm. %).
Tab. 3 – Results of granulometric analysis from soil profiles (wt. %).

| minerály % | Smrkový les vzorek 1 hloubka | | | Smrkový les vzorek 2 hloubka | | | Smíšený les vzorek 1 hloubka | | Smíšený les vzorek 2 hloubka | | | Listnatý les vzorek 1 hloubka | |
|------------|------------------------------|----------|----------|------------------------------|----------|----------|------------------------------|----------|------------------------------|----------|----------|-------------------------------|----------|
| | 10-20 cm | 30-40 cm | 60-70 cm | 20-30 cm | 40-50 cm | 70-80 cm | 15-25 cm | 35-45 cm | 10-20 cm | 30-40 cm | 50-60 cm | 30-40 cm | 50-60 cm |
| Křemen | 98 | 99 | 95 | 98 | 97 | 76 | 96 | 86 | 98 | 99 | 74 | 98 | 83 |
| Plagioklas | 2 | 1 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 6 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 |
| Kalcit | - | - | - | - | - | 19 | - | 7 | - | - | 22 | - | 16 |
| Chlorit | + | + | 1 | + | + | - | + | + | 1 | + | + | + | - |
| Illit | + | + | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + | - |
| Kaolinit | - | + | + | ? | ? | + | ? | ? | + | + | - | + | + |
| Smektit | - | ? | + | - | ? | + | - | ? | ? | ? | ? | - | - |

Tab. 4 – Minerální složení prachové a jílové frakce půdních vzorků.
Tab. 4 – Mineral composition of powdery and clay fractions in soil samples.

kanásobně převýšily obsahy CO_2 – nadbytek vápníku se pravděpodobně vyloužil z plagioklasů a/nebo jílových minerálů). Ve svrchních částech půdních profilů (horizonty O a Ah) je patrné totální odvápnění, zřejmě jako důsledek rozpouštění kalcitu kyselými pórovými roztoky (Schwarzová et al. 2005). V listnatém lese odvápnění zasahuje až do kambického horizontu Bv. To je poněkud překvapivé, protože hodnoty pH pórových roztoků v půdách pod listnatými porosty všeobecně převyšují hodnoty v půdách pod jehličnany (Schwarzová – Faimon 2006). S hloubkou profilů se obsah CaCO_3 zvyšuje, což je v souladu s výsledky granulometrické analýzy. Na lokalitě Smrkový les se obsah CaCO_3 zvýšil z 0,07 % v hloubce 10–20 cm až na 5,48 % CaCO_3 v hloubce 70–80 cm. Na lokalitě Listnatý les se obsah CaCO_3 zvyšoval z počátečních 0,08 % v hloubce 0–10 cm na 2,63 % v hloubce 40–50 cm.

Poděkování

Autoři děkují V. Vávrovi a P. Kadlecovi z ÚGV PřF MU v Brně za provedení RTG-analýz, resp. parciálních chemických analýz. O. Šráčkovi z ÚGV PřF MU v Brně autoři děkují za přečtení rukopisu. Studie je součástí projektu 205/03/1128 podporovaného Grantovou agenturou ČR.

Literatura

- Pettijohn, F. J. (1975): Sedimentary Rocks. – 628 pp., Harper & Row, 3rd edition. New York.
- Schwarzová, M. – Faimon, J. (2006): Are recent karst processes influenced by soil humic substances? – In: Bella, P. (Ed.): Zborník referátov, 5. vedecká konferencia Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 26. – 29. septembra 2005, Demänovská Dolina, Slovenská republika, v tisku.
- Schwarzová, M. – Faimon, J. – Štelcl, J. – Zajíček, P. – Krištof, I. (2005): Acidobazické reakce výluhů půd na vybraných lokalitách Moravského krasu. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2004, XII, 1, 115-116, Brno.
- Tomášek, M. (2003): Půdy České republiky. – 68 s., ČGS. Praha.

Závěry

Na základě pedogenetického studia byly krasové půdy vyvinuté v místech s listnatou vegetací zařazeny do kategorie vyluhovaných (degradovaných) rendzin a půdy vyvinuté v místech s jehličnatým porostem do kategorie kambických rendzin. Ve svrchních částech půdních profilů je patrné totální odvápnění. V reliktním listnatém lese odvápnění postihlo i hlubší kambický horizont Bv. S hloubkou půdních profilů (horizonty Bvk a Crk) se zvyšují obsahy karbonátů, ať už v podobě makroskopicky identifikovatelných klastů nebo v mikroskopické formě. To nepřímou potvrzuje předpoklad, že kyselé prosakující vody jsou neutralizovány již v půdním profilu (Schwarzová et al. 2005). Obsahy organické hmoty se lokálně snižují s hloubkou profilu, jinde zůstávají téměř konstantní. Není jasné, zda dochází k migraci organického detritu směrem do hlubších partií profilu s prosakující vodou, nebo zda je organická hmota syngenetická. Úbytek organické hmoty s hloubkou profilu může souviset s její biochemickou degradací na oxid uhličitý.