

EFEKTIVITA PROCESU HUMIFIKÁCIE NA ANDEZITOCH XEROTHERMNÉHO BIOTOPU

Michal HUDEC, Melánia FESZTEROVÁ

Katedra chémie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre,
Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, e-mail: michal.hudec@ukf.sk, mfeszterova@ukf.sk

Abstract: *Contribution deals in monitoring of changes of humus in process of humification on the xerothermic biotop in Kremnické vrchy Mountains in the soil type of leptosols. Efficiency of humification not to reduce only climate changes during winter season from autumn of 2011 (November) to spring of 2012 (April), when we observed content of humus in both identified soil horizon of leptosols. Increment of content of humus in A-horizon was about 58,52 % (27300 mg.kg⁻¹) and C-horizon only about 1,55 % (600 mg.kg⁻¹) more. Increment of the year of content of humus from autumn of 2011 to autumn of 2012 in A-horizon of leptosols was 75,92 % (35000 mg.kg⁻¹) and reverse trend was observed in C-horizon, where the content of humus was decreased by 8,76 % (2800 mg.kg⁻¹). Monitored xerothermic biotop on andesite of Kremnické vrchy Mountains in Západné Karpaty (Western Carpathians), which are the component of Ihráčské kamenné mesto (Ihráč stone town) (village Ihráč) in district Žiar nad Hronom represent the important attribute in process of humification. The process of humification in the surface part of soil layer of leptosols ensure the necessary number of organic substances, which are important for growth and nutrition of vegetation, and so it is very important to periodic monitoring of changes of humus content not only on the agricultural used soils, but also on the soils of xerothermic biotop.*

Key words: *Kremnické vrchy Mountains, andesites, soil, humus, Eutric Leptosols*

Úvod

Xerothermné biotopy predstavujú veľmi suché a teplé trávinnno-bylinné alebo presvetlené lesostepné biotopy na rôzne strmých svahoch alebo planinách s plytkou vrstvou pôdy, kde často na povrchu vystupuje geologické podložie (David et al., 2007).

Množstvo uhlíka v pôde suchozemského ekosystému je zvyčajne väčšie ako množstvo v živej vegetácie. Preto je dôležité pochopiť dynamiku uhlíka v pôde a globálnom uhlíkovom cykle, rovnako ako jeho úlohu v suchozemskom ekosystéme (Post, Kwon, 2000). Významnú úlohu v uhlíkovom cykle zohráva humifikácia, ktorá predstavuje podľa Zaujeca et al. (2009) premenu čerstvých organických zvyškov biochemického charakteru na humus, a súčasne prebieha aj jeho akumulácia v povrchovej časti pôdnej vrstvy. Francioso et al. (2003) definujú humifikáciu ako premenu mnohých skupín látok (bielkovín, sacharidov, lipidov) a jednotlivých molekúl prítomných v živej organickej hmote do skupiny látok s podobnými vlastnosťami (humínové látky). Humifikácia je podľa

Purmalisa a Klavins (2012) súčtom veľmi zložitých procesov vrátane degradácie a syntetických reakcií, ale tiež s ohľadom na vysokú variabilitu environmentálnych podmienok v nej dochádza k rozpadu živej organickej hmoty. Lal (2001) uvádza, že humifikácia patrí medzi procesy vedúce k sekvestracii pôdneho organického uhlíka. Pôdny organický a anorganický uhlík patria medzi všeobecne trvácne sequestračné formy zemského uhlíka (Lal, 2004). Pôdny organický uhlík tvorí asi dve tretiny uhlíkového poolu v zemskom povrchu. Ročná depozícia uhlíka a dekompozícia uvoľneného oxidu uhličitého do atmosféry tvorí asi 4 % popolu pôdneho organického uhlíka (Allmaras et al., 2000). Aj podľa Breulmanna (2011) sú suchozemské ekosystémy schopné meniť a regulovať množstvo CO₂ v atmosfére ukladaním uhlíka do pôdy a uvoľnením cez dýchanie. Trvale trávnaté porasty teda môžu zmierniť globálnu klimatickú zmenu prostredníctvom zvýšenej sekvestracii uhlíka pri zvýšenom obsahu oxidu uhličitého (Britaňák et al., 2007), ich negatíva sa spočívajú v tom, že sú veľmi citlivé na klimatické zmeny (Thornton et al., 2009). Sledovanie zmien organického uhlíka v pôde je veľmi dôležité z hľadiska živinového a energetického potenciálu pre pôdne organizmy a rastlinstvo, ako aj z určenia jeho nedostatku či nadbytku, ktorý ovplyvňuje veľký rad funkcií pôdy (Hudec, Hreško, 2012).

Materiál a metódy

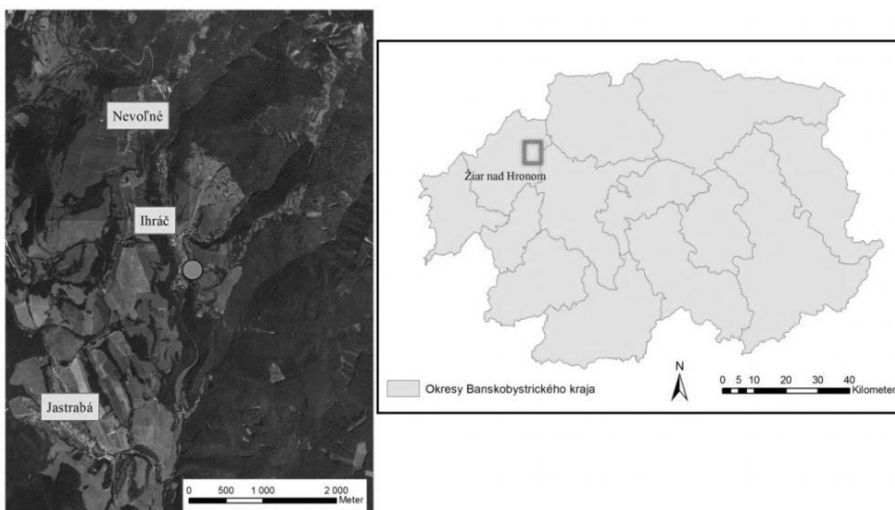
Chemické charakteristiky v jednotlivých pôdnych profiloch boli stanovené štandardnými postupmi:

- pôdna reakcia – potenciometricky (pomer pôdy a roztoku 1:2,5) (Fiala et al., 1999):
 - aktívna pôdna reakcia (pH_{H₂O}) v H₂O,
 - výmenná pôdna reakcia (pH_{KCl}) v 1 mol.dm⁻³ KCl,
- obsah organického uhlíka (C_{ox}) a humusu (H_m) – oxidometricky metódou Ťurina v modifikácii Nikitina (Orlov, Grišina, 1981).

Pre štatistické vyhodnotenie nameraných dát sme použili software IBM SPSS Statistics. Na posúdenie korelačných vzťahov medzi jednotlivými chemickými faktormi sme použili Spearmanovu poradovú koreláciu.

Študované a hodnotené boli pôdne profily rankeru modálneho (Skeletal Leptosols; Eutric Leptosols) a rankeru andozemného (Eutric Leptosols) na xerothermných biotopoch v k. ú. obce Ihráč v okrese Žiar nad Hronom (obr. 1). Nadmorská výška územia kolíše v rozmedzí 510 – 540 m n. m. (pahorkatinný stupeň). Polohy miest odberu pôdnych vzoriek boli zamerané prístrojom GPS Garmin Colorado 300. Súradnice nameraných bodov boli transformované z WGS 84 do súradnicového systému S – JTSK použitím Excelovej aplikácie Transformace GPS (zdroj: Geodetické referenční systémy v České republice; VÚGTK Praha a VZÚ Praha). Výsledná mapa bola vytvorená pod softvérom ArcGIS 9.3. Ako topografický podklad je použitá ortofotosnímka (Eurosence, 2003).

Obr. 1: Sledovaný xerotermný biotop na andezitoch



Zdroj: Hudec, 2013

Charakteristika a označenie horizontov odberných miest sledovanej lokality:

- Lokalita 1 – ranker subtyp andozemná (RNn)
 - O_m** pokrývkový (nadložný) mačinový horizont hrubý 1 – 2 cm
 - A_a** (0 - 7 cm) – melanický tmavosfarbený povrchový horizont zo zvetralín sopečných hornín, farba za sucha 10YR 3/1
 - C** (7 - 34 cm) – silne skeletnatý pôdotvorný substrát na vulkanických horninách, farba za sucha 10YR 4/2
- Lokalita 2 – ranker subtyp andozemná (RNn)
 - O_m** pokrývkový (nadložný) mačinový horizont hrubý 1 – 2 cm
 - A_a** (0 – 7 cm) – melanický tmavo sfarbený povrchový horizont zo zvetralín sopečných hornín, farba za sucha 10YR 3/2
 - C** (7 – 30 cm) – svetlo až sivohnedý silne skeletnatý pôdotvorný substrát na vulkanických horninách, farba za sucha 10YR 4/3
- Lokalita 3 – ranker subtyp modálna (RNm)
 - O_m** pokrývkový (nadložný) mačinový horizont hrubý 1 – 2 cm
 - A_{au}** (0 – 30 cm) – hnedočierne extrémne kyprý a humózný andický A-horizont, farba za sucha 10YR 6/1
 - C** (30 – 50 cm) – rozpadajúci sa pôdotvorný substrát andezitových pyroklastík, farba za sucha 10YR 8/1

➤ Lokalita 4 – ranker subtyp modálna (RNm)

O_m pokrývkový (nadložný) mačinový horizont hrubý 1 – 2 cm

A_a (0 – 12 cm) – melanický tmavo sfarbený povrchový horizont zo zvetralín sopečných hornín, farba za sucha 10YR 4/2

C (12 – 35 cm) – silne skeletnatý pôdotvorný substrát na vulkanických horninách, farba za sucha 10YR 4/3

Charakteristika územia

Sopečná činnosť v Kremnických vrchoch zanechala po sebe viacero zaujímavých skalných útvarov. Kremnické vrchy sú v centrálnej časti Slovenska, súčasť provincie Západné Karpaty, subprovincie Vnútorne Západné Karpaty a oblasti Slovenské stredohorie. Medzi najznámejšie útvary sopečnej činnosti patria kamenné mestá, akým je aj sledovaná prírodná pamiatka Ihráčske kamenné more (obr. 2 a obr. 3). Postupným zvetrávaním lávových prúdov a pyroklastík s rozmanitými vonkajšími a vnútornými podmienkami tohto deštruktívneho procesu sa vytvorila morfológicky hodnotná scenéria skupín skalnatých útvarov typu stien, skalnatých báš, rebier, veží i mohutných skalných sutí.

Kamenné moria sú vytvorené zo sutín, ktoré vznikli rozpadom andezitových lávových prúdov alebo sopúchov, počas postvulkanického vývoja, najmä v podmienkach klimatických oscilácií plesitocénu (Hudec, Hreško, 2012).

Obr. 2: Pohľad na kamenné mesto z juhozápadu



Foto: Hudec, 2012

Obr. 3: Pohľad na kamenné mesto z východu



Foto: Hudec, 2012

Výsledky a diskusia

Štatistickým vyhodnotením nameraných hodnôt pôdnej reakcie (aktívnej, výmennej) sme nezistili vplyv hodnoty pH na obsah organického uhlíka a humusu. Korelácia medzi pôdnou reakciou a obsahom humusu v pôdnom type kambizem na lúčnom ekosystéme v Kremnických vrchoch nebola zistená ani v práci Hudeca et al. (2012). Avšak podľa Krnáčovej et al. (2008) je proces humifikácie ovplyvňovaný pôdnou reakciou, ale aj zrnitosťou pôdy, vlhkosťnými a teplotnými pomermi v pôde. Hodnoty aktívnej pôdnej reakcie boli na jeseň 2011 v A-horizonte od 5,5 do 6,5 (silne kyslá až slabo kyslá) a v C-horizonte od 5,4 do 5,9 (silne kyslá až stredne silná) (tab. 1). Kontrolné meranie uskutočnené na jeseň 2012 poukazuje na to, že hodnoty aktívnej pôdnej reakcie v oboch horizontoch vzrástli a pôdu zaraďujeme podľa Čurlíka a Šurinu (1998) medzi stredne kyslú až neutrálnu.

Tab. 1: Hodnoty aktívnej a výmennej pôdnej reakcie

| Miesto odberu | Pôdne horizonty | jeseň 2011 | | jar 2012 | | jeseň 2012 | |
|---------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | | C _{ox} | H _m | C _{ox} | H _m | C _{ox} | H _m |
| 1 | A _a | 2,78 | 4,80 | 9,08 | 15,66 | 8,02 | 13,83 |
| | C | 2,46 | 4,25 | 3,15 | 5,44 | 4,10 | 7,07 |
| 2 | A _a | 2,61 | 4,50 | 1,33 | 2,29 | 6,67 | 11,50 |
| | C | 3,16 | 5,45 | 2,93 | 5,04 | 2,09 | 3,60 |
| 3 | A _a | 1,88 | 3,24 | 4,02 | 6,93 | 2,81 | 4,84 |
| | C | 0,23 | 0,39 | 0,44 | 0,76 | 0,13 | 0,22 |
| 4 | A _a | 3,53 | 6,08 | 2,68 | 4,61 | 1,49 | 2,57 |

| | | | | | | | |
|----------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| | C | 1,89 | 3,26 | 1,36 | 2,35 | 0,77 | 1,32 |
| Priemer | A_a | 2,70 | 4,65 | 4,28 | 7,38 | 4,75 | 8,18 |
| | C | 1,94 | 3,34 | 1,97 | 3,40 | 1,77 | 3,06 |

Podľa Zaujeca et al. (2009) je humus v pôdnom type ranker nekvalitný a jeho obsah je vyšší ako 10 %. Toto tvrdenie nekorešponduje s nami zistenými hodnotami, čo pravdepodobne ovplyvnila nadmorská výška, keďže daný pôdny typ sa prevažne nachádza vo vyšších nadmorských výškach. Pôdne horizonty rankeru sledovanej lokality prechádzajú do súvislej pevnej horniny tvorenej andezitmi vulkanického pôvodu

Tab. 2: Kvantitatívne množstvo organického uhlíka a humusu

| Miesto odberu | Pôdne horizonty | jeseň 2011 | | jar 2012 | | jeseň 2012 | |
|---------------|----------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| | | pH _{H₂O} | pH _{KCl} | pH _{H₂O} | pH _{KCl} | pH _{H₂O} | pH _{KCl} |
| 1 | A_a | 6,2 | 5,6 | 6,4 | 5,2 | 6,0 | 4,5 |
| | C | 5,7 | 5,7 | 5,5 | 4,7 | 6,2 | 4,7 |
| 2 | A_a | 5,6 | 4,8 | 5,6 | 4,7 | 6,9 | 4,8 |
| | C | 5,4 | 4,3 | 5,2 | 4,2 | 6,1 | 4,4 |
| 3 | A_a | 5,5 | 4,5 | 5,5 | 4,4 | 6,1 | 4,5 |
| | C | 5,7 | 4,3 | 6,0 | 4,7 | 6,4 | 5,1 |
| 4 | A_a | 6,5 | 5,8 | 6,6 | 5,3 | 6,0 | 5,1 |
| | C | 5,9 | 5,3 | 6,2 | 4,9 | 6,0 | 5,1 |

Na základe práce Koledu et al. (2012) sa dané odberné miesta 1, 2 nachádzajú na miestach s najväčším svahom 17° – 25° a zaradujú sa do kategórie XZ 5, 6 – stredný odtok a odberové miesta 3, 4 sa nachádzajú na miestach so stredným svahom 12° – 17° a zaradujú sa do kategórie XZ 6, 5, 4 – slabý odtok. Na základe stupňa intenzity odtoku sa sledovaná lokalita vyznačuje koncentrovaním materiálu pri jeho žiadanom pohybe.

Tento fakt dokazujú aj namerané obsahy humusu v sledovanom pôdnom type xerothermného biotopu na andezitoch Západných Karpát.

V jarnom období roku 2012 (apríl) sme zaznamenali nárast obsahu humusu v porovnaní s obsahom na jeseň 2011 (november) na xerothermnom biotope v A-horizonte až o 58,52 % a v C-horizonte iba o 1,55 %. Na základe toho môžeme povedať, že efektívnosť humifikácie sa nespomalila ani počas zimného obdobia, kedy snehová pokrývka predstavovala 20,9 cm, úhrn zrážok 178,5 mm a priemerná teplota 3,9 °C (SHMÚ, 2012). Pri kontrolnom odberu pôdnych vzoriek na jeseň 2012 a stanovení obsahu humusu sme zaznamenali v A-horizonte nárast obsahu humusu o 10,98 % v porovnaní s obsahom na jar 2012, a teda od jesene 2011 do jesene 2012 predstavoval celkový nárast obsahu humusu až 75,92 %. Množstvo padnutých zrážok v tomto období od jari do jesene 2012 bolo 441,6 mm a priemerná teplota v tomto období dosahovala 16,5 °C (SHMÚ, 2012). V prípade C-horizontu bol obsah humusu na jeseň 2012 nižší o 10,15 % ako na jar 2012 a celková bilancia strát od jesene 2011 do jesene 2012 predstavovala 8,76 %. Najnižší obsah humusu bol nameraný v C-horizonte v pôdnom type ranker subtyp modálna v rozpadajúcom sa pôdotvornom substráte andezitových pyroklastík (miesto odberu 3),

v ktorom obsah humusu v sledovanom období bol menší ako 1 (od 0,22 % do 0,44 %) (tab. 2).

Záver

Xerothermný biotop na neovulkanitoch provincie Západných Karpát v centrálnej časti Slovenska v pohorí Kremnických vrchov sa v predkladanej práci ukázal ako veľmi produktívny z ohľadom na prebiehajúci proces humifikácie. Efektivita humifikácie na xerothermnom biotope v pôdnom type ranker subtyp modálna a andozemná na andezitoch nemala klesajúci trend ani počas zimného obdobia medzi jeseňou 2011 (november) a jarou 2012 (apríl) kedy sme zistili nárast humusu v A-horizonte o 27300 mg.kg⁻¹ a v C-horizonte len o 600 mg.kg⁻¹. Ročný nárast obsahu humusu od jesene 2011 do jesene 2012 v A-horizonte rankeru predstavoval 75,92 % (35000 mg.kg⁻¹). Opačný trend bol zaznamenaný v C-horizonte kde obsah humusu poklesol o 8,76 % (2800 mg.kg⁻¹). Suchozemský ekosystém predstavuje dôležitý atribút v kolobehu uhlíka, čím prispieva k zmene ďalších chemických i fyzikálnych pôdnych vlastností, čo má za následok ovplyvnenie pôdnej vegetácie na xerothermnom biotope. Preto je nevyhnutné sledovanie či monitorovanie menej významných pôdnych plôch, ktoré nemusia byť poľnohospodársky využívané, ale aj napriek tomu plnia veľmi významnú ekologickú či environmentálnu funkciu.

Literatúra

ALLMARAS, R. R., SCHOMBERG, H. H., DOUGLAS, C. L., DAO, JR. T. H., 2000: Soil organic carbon sequestration potential of adopting conservation tillage in U.S. croplands. In *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol. 55, No. 3, 2000. pp. 365 – 373.

BREULMANN, M., 2011: Functional soil organic matter pools and soil organic carbon stocks in grasslands – an ecosystem perspective (PhD Dissertation). [online]. 2011, 116 p. [cit. 2011-06-13]. Dostupné na internete: <http://www.ufz.de/export/data/global/32107_ufzdiss_15_2011_.pdf>. ISSN 1860-0387

BRITAŇÁK, N., ILAVSKÁ, I., LIPTÁK, L., HANZES, L., MAČÁKOVÁ, D., 2007: Trvalé trávnaté porasty ako producenti biopalív. In *Systémy využívania trvalých trávnatých porastov a ornej pôdy v podhorských a horských oblastiach*, zborník odborných referátov, Eds. Dronzek, T., Kučera, V., Veličná, 2007, s. 73 – 79. ISBN 978-80-88872-64-1

ČURLÍK, J., ŠURINA, B., 1998: Príručka terénneho prieskumu a mapovania pôd. Bratislava : Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, s. 70. ISBN 80-85361-37-X

DAVID, S., KALIVODA, H., KALIVODOVÁ, E., ŠTEFFEK, J., BULÁNKOVÁ, E., FEDOR, P., FENĎA, P., GAJDOŠ, P., HREŠKO, J., KAUTMAN, J., OLŠOVSKÝ, T., ORSZÁGH, I., ROLLER, L., VIDLIČKA, Ľ., 2007: Xerothermné biotopy Slovenska. Bratislava : BIOSFÉRA, 2007, Vol. A3., 74 s. ISBN 978-80-968030-8-8

- FIALA, K., KOBZA, J., MATÚŠKOVÁ, L., BREČKOVÁ, V., MAKOVNÍKOVÁ, J., BARANČÍKOVÁ, G., PECHOVÁ, B., BÚRIK, V., LITAVEC, T., HOUŠKOVÁ, B., CHROMANIČOVÁ, A., VÁRADIOVÁ, D., 1999: Závazné metódy rozborov pôd. Čiastkový monitorovací systém- pôda. 1.vyd. Bratislava: VÚPOP, 1999. 142 s. ISBN 80-85361-55-8
- FRANCIOSO, O., CIAVATTA, C., MONTECCHIO, D., TUGNOLI, V., SÁNCHEZ-CORTÉS, S., GESSA, C., 2003: Quantitative Estimation of Peat, Brown Coal and Lignite Humic Acids Using Chemical Parameters, ¹H-NMR and DTA Analyses. In *Bioresource Technology*, Vol. 88, No. 3, 2003, pp. 189 – 195.
- HUDEEC, M., HREŠKO, J., 2012: Obsah humusu na pôdach kamenných miest Kremnických vrchov. In *Ekologické štúdie*. Roč. 3, č. 2, 2012, s. 20 –27. ISSN 1338-2853
- HUDEEC, M., HREŠKO, J., FESZTEROVÁ, M., 2012: Kvantita a kvalita pôdnej organickej hmoty kambizeme v podmienkach lúčneho ekosystému. In *Phytopedon (Bratislava)*, Vol. 11, 2012/1. pp. 21 – 26, ISSN 1336-1120
- KOLEDA, P., HUDEC, M., FESZTEROVÁ, M., 2012: GIS a jeho využitie na polohovú charakteristiku pri sledovaní procesu humifikácie v pôde Kremnických vrchov. In *Zborník príspevkov z vedeckého seminára*, Eds. Nováková, M., Sviček, M.: *Environmentálne indexy a indikátory ako nástroje analýzy a hodnotenia stavov a procesov v krajine*, 2012. s. 105 – 113. ISBN 978-80-89128-97-6
- KRNÁČOVÁ, Z., HREŠKO, J., ĎUGOVÁ, O., 2008: *Základy pedológie pre ekológov a environmentalistov*. 1. vyd. Nitra : UKF, 2008. 190 s. ISBN 978-80-8094-393-6
- LAL, R., 2001: The potential of soil organic carbon sequestration in forest ecosystems to mitigate the greenhouse. In *Soil carbon sequestration and the greenhouse effect*. Edited by R. Lal. Madison, WI: SSSA Special Publication. 2001. pp.137 – 154.
- LAL, R., 2004: Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security In *Science*, Vol. 304, No. 5677, 2004. pp. 1623 – 1627.
- ORLOV, D. S., GRIŠINA, L. A., 1981: *Praktikum po chemiji gumusa*. Moskva: Izdatel'stvo Moskovskovo uniresiteta, 1981. 272 p.
- POST, W. M., KWON, K. C., 2000: Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential. In *Global Change Biology*, Vol. 6, No. 3, 2000. pp. 317 – 328.
- PURMALIS, O., KLAVINS, M., 2012: Formation and Changes of Humic Acid Properties during Peat Humification Process within Ombrotrophic Bogs. In *Open Journal of Soil Science*, Vol. 2, No. 2, 2012. pp.100 – 110
- THORNTON, P. K., VAN DE STREEG, J., NOTENBAERT, A., HERRERO, M., 2009: The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. In *Agricultural Systems*, Vol. 101, No. 3, 2009. pp. 113 – 127.
- ZAUJEC, A., CHLPÍK, J., NÁDAŠSKÝ, J., POLLÁKOVÁ, N., TOBIAŠOVÁ, E., 2009: *Pedológia a základy geológie*. 1. vyd. Nitra: SPU, 2009. 399 s. ISBN 978-80-552-0207-5