



Article

PRIESKUM KVALITY PÔDY V POVODE (okr. DUNAJSKÁ STREDA)

✉ Marta HÁVER¹ - ✉ Margita ŠČASNÁ² – ✉ Maroš SIROTIAK³

INVESTIGATION OF SOIL QUALITY IN THE POVODA (DUNAJSKÁ STREDA district)

INTEGRATED SAFETY OF THE ENVIRONS

INTEGRATED SAFETY OF ENVIRONS '2023

¹ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

² Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

✉@ Email: margita.scasna@stuba.sk

ORCID iD: [0009-0006-8897-9963](https://orcid.org/0009-0006-8897-9963) •• <https://orcid.org/0009-0006-8897-9963>

³ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

✉@ Email: maros.sirotiak@stuba.sk

ORCID iD: [0000-0003-1487-801X](https://orcid.org/0000-0003-1487-801X) •• <https://orcid.org/0000-0003-1487-801X>

Competing interests : The author declare no competing interests.

Publisher's Note: Slovak Society for Environment stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations. Copyright: © 2023 by the authors.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) This license allows reusers to distribute, remix, adapt, and build upon the material in any medium or format, so long as attribution is given to the creator. The license allows for commercial use.

Review text in the conference proceeding: Contributions published in proceedings were reviewed by members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.

Slovak Society for the Environment (Slovenská spoločnosť pre životné prostredie) Bratislava, Slovak Republic

ABSTRAKT

Cieľom príspevku je zhodnotiť kvalitu pôdy v obci Povoda (okres Dunajská Streda), charakterizovať vplyv troch pre túto oblasť charakteristických spôsobov využívania územia –hospodársky dvor s chovom zvierat, oraná plocha a lužný les na obsah a kvalitu pôdnej organickej hmoty. Potvrdil sa predpoklad zníženia celkového množstva humusu oranej pôdy na jednej strane, no na druhej strane



zvýšenie kvality pôdnej organickej hmoty v nej v porovnaní s pôdou z hospodárskeho dvora a lužného lesa.

Kľúčové slová: pôda, pôdna organická hmota, prieskum

ABSTRACT

The aim of the contribution is to evaluate the quality of the soil in the village of Povoda (Dunajská Streda district), to characterize the impact of three characteristic ways of land use for this area - farmyard with animal husbandry, arable land and floodplain forest on the content and quality of soil organic matter. The assumption of a decrease in the total amount of humus of plowed soil on the one hand, but on the other hand an increase in the quality of soil organic matter in it compared to soil from a farm yard and floodplain forest, was confirmed.

Keywords: soil, soil organic matter, survey

ÚVOD

Pôdna organická hmota je najdôležitejším indikátorom kvality pôdy a pôdnej úrodnosti. Je to akýkoľvek materiál produkovaný živými organizmami (mikroorganizmami, hubami, rastlinami alebo zvieratami), ktorý sa vracia do pôdy kde prechádza procesom rozkladu. Pozostáva z množstva materiálov - od neporušených pôvodných tiel až po v podstate rozloženú zmes materiálov známu ako humus. Je nenahraditeľná pri zásobovaní rastlín vodou a živinami, zlepšuje pôdnu štruktúru, vododržnosť, zrnitosť, zabraňuje zhutneniu pôdy, podporuje vodný a tepelný režim pôdy, udržiava pH[2,10].

Najdôležitejšími **prírodnými faktormi**, ktoré ovplyvňujú obsah organickej hmoty v pôdach sú klíma a zrnitosť pôdy. Akumulácia organickej hmoty je často pozorovaná na úpätí kopcov. Existujú dva dôvody pre túto akumuláciu: podmienky sú vlhšie ako v polohách stredného alebo vyššieho svahu a organická hmota je transportovaná do najnižšieho bodu v krajine prostredníctvom odtoku a erózie. Podobne je aj obsah organickej hmoty v pôde vyšší na svahoch orientovaných na sever (na severnej pologuli) v porovnaní so svahmi orientovanými na juh (a naopak na južnej pologuli), pretože teploty sú nižšie. Priaznivý obsah je možné udržiavať najmä v pôdach s jemnou zrnitosťou, s obmedzeným prevzdušňovaním, v chladných, miernych a vlhkých oblastiach. Naopak, je obzvlášť ťažké udržať alebo zvýšiť obsah organickej hmoty v pôdach, ktoré sú dobre prevzdušnené, ako sú piesčité pôdy a pôdy v teplých, horúcich a suchých oblastiach, pretože pridané organické materiály sa rýchlo rozkladajú. K rozkladu zvyčajne dochádza rýchlejšie v trópoch ako v miernych oblastiach. Pôdy v chladnejších klimatických podmienkach majú zvyčajne viac organickej hmoty v dôsledku pomalšej mineralizácie (rozkladu).

Obsah organickej hmoty v pôde sa zvyčajne zvyšuje s pribúdajúcimi priemernými ročnými zrážkami. Zvýšená hladina pôdnej vlhkosti vedie k väčšej produkcii biomasy, ktorá poskytuje viac rezíduí, a tým aj viac substrátu pre pôdnu biotu.

Optimálna mikrobiálna aktivita sa vyskytuje pri takmer „poľnej kapacite“, čo zodpovedá 60 % priestoru pórov naplnených vodou. Na druhej strane, obdobia nasýtenia vodou vedú k slabému prevzdušňovaniu. Väčšina pôdnych organizmov potrebuje kyslík a preto zníženie kyslíka v pôde vedie k zníženiu miery mineralizácie, pretože tieto organizmy sa stávajú neaktívnymi alebo dokonca umierajú. Niektoré z transformačných procesov sa stávajú anaeróbnymi, čo môže viesť k poškodeniu koreňov rastlín odpadovými produktmi alebo vzniku priaznivých podmienok pre choroboplodné organizmy. Pokračujúca produkcia a pomalý rozklad môže viesť k veľmi veľkému obsahu organickej hmoty v pôdach s dlhými obdobiami nasýtenia vodou (napr. rašelinové pôdy).

Slanosť, toxicita a extrémne hodnoty pH pôdy (kyslé alebo zásadité) majú za následok slabú produkciu biomasy, a tým aj znížený prísun organickej hmoty do pôdy. Napríklad pH ovplyvňuje tvorbu humusu dvoma spôsobmi: rozkladom a produkciou biomasy. V silne kyslých alebo alkalických pôdach sú podmienky pre rast mikroorganizmov zlé, čo vedie k nízkej úrovni biologickej oxidácie



organickkej hmoty. Kyslosť pôdy ovplyvňuje aj dostupnosť živín pre rastliny a tým nepriamo reguluje produkciu biomasy a dostupnú potravu pre pôdnu biotu. Huby sú na kyslé podmienky menej citlivé ako baktérie [3, 5, 9, 10].

Okrem zrýchľujúcich sa klimatických zmien spojených s rastúcimi teplotami znižujú obsah organickkej hmoty v pôde a jej biologickú aktivitu aj rôzne druhy ľudskej činnosti.

Medzi **antropogénne faktory** vedúce k zníženiu organickkej hmoty v pôde možno zaradiť [3,5, 9,10]:

- **Faktory vedúce k zníženiu produkcie biomasy:** Zmena typu vegetácie dôsledkom klčovania lesaa nahradenie pôvodnej vegetácie monokultúrou plodín a pasienkov v prvom rade znamená miznutie nadložnej vrstvy pôdy s následným znížením počtu a rozmanitosti pôdnych organizmov. Hoci koreňové systémy (najmä tráv) môžu byť rozsiahle a môžu obsiahnuť obrovské plochy pôdy, koreňové exsudáty z jednej plodiny priťahujú len niekoľko druhov mikroorganizmov. To následne ovplyvňuje diverzitu ich predátorov a celého pôdneho ekosystému. Nepretržité pestovanie a pastva vedie k zhutňovaniu pôdnych vrstiev, čo následne ovplyvňuje cirkuláciu vzduchu. Anaeróbne podmienky v pôde stimulujú rast odlišných druhov mikroorganizmov, výsledkom čoho je viac patogénnych organizmov. Jedným z dôsledkov zelenej revolúcie bolo nahradenie pôvodných odrôd vysoko výnosnými odrodami. Tieto v porovnaní s miestne vyšľachtenými odrodami napríklad často produkujú viac obilia a menej slamy. To je však z hľadiska ochrany pôdy menej žiaduce. Znížené množstvá rastlinných zvyškov po zbere nedopĺňajú pôvodnú organickú hmotu v pôde (čo má za následok nutnosť hnojenia), zvyšuje sa erózia pôdy.
- **Faktory vedúce k zníženiu návratu organickkej hmoty do pôdy:** Spaľovanie pozberových zvyškov plodín na poli je celosvetovo stále bežnou praxou. Dôvodom je regulácia prítomnosti hmyzu, infekčných chorôb, rýchly prísun P na stimuláciu klíčenia semien alebo uľahčenie práce v teréne v nasledujúcej sezóne. Spaľovanie ničí vrstvu nadložnej vrstvy pôdy, a tak znižuje množstvo organickkej hmoty vrátenej do pôdy a ničia sa organizmy schopné transformovať biomasu na humus. Pri obnove sa musia najskôr regenerovať mikrobiálne spoločenstvá. Aj tam, kde sa spásajú poľnohospodárske zvyšky je vstup rozložiteľnej biomasy do pôdy oveľa nižší. Nadmerné spásanie ničí vybrané druhy rastlinného spoločenstva a znižuje hustotu rastlinného krytu, čím sa zvyšuje nebezpečenstvo erózie a znižuje sa výživná hodnota rastlín a úrodnosť pôdy. Mnohí farmári používajú rastlinné zvyšky ako krmivo pre zvieratá, na podstielku alebo na výrobu kompostu. Neskôr sa tieto zvyšky vrátia, aby ako hnoj alebo kompost prispeli k úrodnosti pôdy. Zvyšky sa však nie vždy vracajú na pôvodné miesto čo ochudobňuje pôdu, pretože už nie je možné recyklovať živiny prítomné vo zvyškoch. Historicky bola aplikácia hnoja (z hospodárskych zvierat) bežná a bol to dynamický spôsob udržiavania úrovne organickkej hmoty napriek opakovanej kultivácii a nízkej návratnosti zvyškov do pôdy. Zvýšená mechanizácia na farmách znížila stavy hospodárskych zvierat, takže tento zdroj organického materiálu sa značne znížil.
- **Faktory vedúce k zvýšeniu rýchlosti rozkladu pôdnej organickkej hmoty:** Jedným z hlavných faktorov, ktoré znižujú obsah organickkej hmoty v pôde je obrábanie pôdy. Pri každom obrábaní sa pôda prevzdušňuje. Zvýšená rýchlosť prevzdušňovania má priamy vplyv na zvýšenie množstva odparenej vody z pôdneho substrátu, čo vedie k viditeľnému poklesu obsahu vlhkosti. Tento jav môže mať zásadný význam pre vodný režim pôdy a sekundárne môže ovplyvniť metabolické procesy rastlín a mikroorganizmov. Naopak, redukovaná miera prevzdušňovania spôsobuje spomalenie degradačných procesov organických kyselín v pôde. Tento mechanizmus má za následok postupný pokles pH hodnoty, čo môže mať vplyv na dostupnosť živín, rast rastlín a aktivitu pôdnych mikroorganizmov [6]. Keďže rozklad organickkej hmoty a uvoľňovanie C sú aeróbne procesy, kyslík stimuluje alebo urýchľuje pôsobenie pôdnych mikroorganizmov, ktoré sa živia organickou hmotou. To znamená, že zvyšky plodín ktoré sa pri orbe spolu so vzduchom zapracúvajú do pôdy rýchlo prichádzajú do kontaktu s pôdnymi mikroorganizmami, čo urýchľuje uhlíkový cyklus. Rozklad je rýchlejší, výsledkom čoho je tvorba menej stabilného humusu, zvýšené uvoľňovanie CO₂ do atmosféry, a tým aj redukcia organickkej hmoty. Naopak, zvyšky na



povrchu pôdy spomaľujú uhlíkový cyklus, pretože sú vystavené menšiemu počtu mikroorganizmov a tak ubúdajú pomalšie. To vedie k pomalšej produkcii humusu (ktorý je stabilnejší) a k uvoľňovaniu menšieho množstva CO₂ do atmosféry. Existujú aj dlhodobejšie straty, ktoré sa pripisujú každoročnému pestovaniu plodín, ktoré vracajú do pôdy málo zvyškov. Produkcia a ochrana organickej hmoty je významne ovplyvnená konvenčným obrábaním pôdy, ktoré nielenže znižuje organickú hmotu v pôde, ale tiež zvyšuje potenciál erózie vetrom a vodou. Účinok sa prejavuje mnohými spôsobmi:

- orba nezanecháva dostatočné zvyšky na povrchu pôdy, ktoré by znížili erózy vplyv dažďa a vetra. Zvýšený odtok počas búrok nefiltruje do pôdy, v prípade pedokompakcie spôsobuje premočenie vrchného horizontu a prípadne svahové deformácie.
- obrábanie pôdy opakovaným okopávaním alebo diskovaním vyhladzuje povrch a ničí prirodzené pôdne agregáty a póry, ktoré spájajú povrch s podloží. Znížená drsnosť povrchu pôdy ponecháva málo priehlbín na dočasné uskladnenie vody počas intenzívnych búrok. Veľké póry sú potrebné na to, aby privádzali vodu do pôdy počas zrážok.
- orba znižuje množstvo zdrojov potravy pre pôdny edafón (napr. dážďovky), naruša životný priestor, preto sa populácie niektorých druhov drasticky znižujú. Zníženie počtu zároveň znižuje ich vplyv na zvýšenie pórovitosti a prevzdušňovanie (najmä súvislé makropóry), prípadne aj zahrabávanie a zapracovávanie rastlinných zvyškov.

Opätovné zvýšenie obsahu organickej hmoty v pôde alebo udržanie jej dobrej kvality vyžaduje systematické úsilie, napríklad zaorávanie organického materiálu do pôdy, striedanie plodín s veľkým rastlinným opadom či plodín s hlbokými alebo hustými koreňmi [5].

POVODA

Obec Povoda sa nachádza v západnej časti Slovenska na Podunajskej nížine, časti Žitný ostrov. Patrí k okresu Dunajská Streda, ktorý je súčasťou Trnavského kraja. (Obr. 1)

Najbližšie mesto je Dunajská Streda, ktoré je vzdialené len 3 km severozápadne, susednými obcami sú Kútniky, Vrakúň a Mad. Prvá zmienka o obci pochádza z roku 1455, keď kráľ Ladislav V. daroval obec rodine Poda-Ethel Tá bola v ich vlastníctve až do 18. storočia [8].

Reliéf obce je rovinný, s minimálnym kolísaním nadmorskej výšky od 113 do 115 m.n.m. Odlesnený rovinný chotár tvoria mladšie treťohorné piesky a štrky, na ktorých sú štvrtohorné riečne uloženy.

Podľa Atlasu krajiny Slovenskej republiky [1] sa na území nachádzajú základné geochemické typy hornín – ílovce (neogén), na ktorých sú uložené (kvartér) prevažne nívne humózne hliny alebo hlinito-piesčité až štrkovito-piesčité hliny dolinných nív. Jedná sa o fluviálne a proluviálne sedimenty, fluviálne a proluviálne mokradňové sedimenty s organickými sedimentmi a rašelinou, prípadne fluviálne a proluviálne sedimenty, nívne sedimenty v nížinách (prevládajúce piesčité štrky s hlinitým pokryvom).

Pôdny kryt tvoria prevažne černoze a lužné pôdy, ktoré sú mimoriadne úrodné.

Územie patrí do teplej klimatickej oblasti, okrsok teplý, veľmi suchý s miernou zimou. Priemerná ročná teplota vzduchu je 10 °C. Priemerný počet letných dní (maximum nad 25 °C) je 69, zimných dní (minimum pod 0 °C) je 100. Priemerné ročné úhrny zrážok sa pohybujú od 500 do 550 mm, najvyššie denné úhrny sú 60 do 75 mm. V dlhodobom priemere sa atmosférické zrážky vyskytujú 130 dní v roku. Snehové zrážky sú veľmi premenlivé a málo stabilné. Dĺžka trvania snehovej pokrývky je asi 40 dní, maximálna výška snehovej pokrývky dosahuje 50 - 60, v priemere je však iba 9 cm. Veterné pomery súvisia s orografickými podmienkami, ktoré sú príčinou pomerne veľkej veternosti. Prevládajúci smer vetra je zo severozápadu a západu [7].



Podľa Atlasu krajiny Slovenskej republiky [1] sa na území obce nachádzali (prirodzená potenciálna vegetácia) jaseňovo-brestovo-dubové lesy v povodiach veľkých riek (tvrdé lužné lesy) a dubové lesy s javorom tatarským a dubom plstnatým.

V dôsledku silného antropického tlaku sa v danom území nezachovali žiadne pôvodné biotopy. Celý kataster zaberajú človekom silne pozmenené a činnosťou človeka podmienené rastlinné spoločenstvá – hlavne vegetácia poľnohospodárskych monokultúr, ktoré zaberajú takmer 100 % územia. S výnimkou lesného pásu pozdĺž kanála Gabčíkovo – Topoľníky sa lesy v území nenachádzajú. Líniová drevinová vegetácia sa vyskytuje ako sprievodná zeleň stromoradií a alejí pozdĺž poľných ciest, medzí. V drevinovej skladbe dominuje topol[7].

MATERIÁL A METÓDY

Jednorazový odber vzoriek pôdy z hĺbky 0 – 10 cm (A horizont) pre stanovenie jej základných vlastností v lokalite sa realizoval 21. novembra 2022, pričom zámerom bolo odobrať vzorku pôdy z troch pre túto oblasť charakteristických typov využívania územia - hospodársky dvor, orná pôda a lužný les. Laboratórne sa stanovila zrnitosť podľa Nováka, aktívne a výmenné pH, charakteristiky sorpčného komplexu, organický uhlík metódou podľa Ťurina v modifikácii Nikitina a zloženie humusových látok skrátenou metódou podľa Kononovej a Beľčíkovej. Všetky použité metódy boli realizované podľa[4].



Obr. 1 - Sledované územie a miesta odberu vzoriek

VÝSLEDKY

Vzorky z hospodárskeho dvora

Pôdu je podľa Nováka možné hodnotiť ako piesočnatú pôdu, podľa trojuholníkového grafu Slovenskej pedologickej spoločnosti hodnotiť ako piesčitú hlinu. Aktívne aj výmenné pH je slabobázické, nie je odporúčané vápnenie pôdy. Z rozboru pôdneho sorpčného komplexu analyzovaných vzoriek možno hodnotiť ako slabohydrolytickú kyslú, obsah bázických kationov aj kationovej sorpčnej kapacity pôdy je veľmi vysoký. Nasýtenosť sorpčného komplexu - je plne nasýtená. Vo vzorke sa stanovil priaznivý obsah organického uhlíka, pôdu možno hodnotiť ako veľmi silne humóznou pôdu s veľmi dobrou zásobou humusu Typ humusu je humátovo-fulvátový so slabým stupňom humifikácie. To znamená, že v pôde je vysoký prísun organickej hmoty, ktorá sa postupne premieňa na kvalitný, vyzretejší humus.



Vzorky z ornej pôdy v intraviláne obce

Pôdu je podľa Nováka možné hodnotiť ako piesočnatú pôdu, podľa trojuholníkového grafu Slovenskej pedologickej spoločnosti hodnotiť ako prachovitú hlinu. Aktívne aj výmenné pH je slabo alkalické, nie je odporúčané vápnenie pôdy. Hydrolytická kyslosť je veľmi slabo kyslá, obsah bázičných kationov aj kationovej sorpčnej kapacity pôdy je veľmi vysoký. Nasýtenosť sorpčného komplexu - je plne nasýtený. Analyzovanú vzorku možno hodnotiť ako pôdu s veľmi priaznivým obsahom organického uhlíka, veľmi silne humóznou pôdu s veľmi dobrou zásobou humusu. Podľa pomeru obsahu uhlíka humínových kyselín k obsahu uhlíka fulvokyselín, možno v analyzovanej vzorke hodnotiť typ humusu ako humátový s vysokým stupňom humifikácie. V pôde je síce najmenší obsah organických zložiek, avšak poľnohospodárske spracovanie pôdy pravdepodobne napomáha premene menej kvalitných nehumínových látok na humínové.

Vzorky z lužného lesa v intraviláne obce

Pôdu je podľa Nováka možné hodnotiť ako piesočnatú pôdu, podľa trojuholníkového grafu Slovenskej pedologickej spoločnosti ako hlinitý piesok. Aktívne aj výmenné pH je slabo alkalické, nie je odporúčané vápnenie pôdy. Hydrolytická kyslosť je slabo kyslá, obsah bázičných kationov aj kationovej sorpčnej kapacity pôdy sme tiež zhodnotili ako veľmi vysoký. Sorpčný komplex je plne nasýtený. Vo vzorke sa stanovil veľmi priaznivý obsah organického uhlíka, jedná sa o veľmi silne humóznou pôdu s veľmi dobrou zásobou humusu fulvátového typu. Má stredný stupeň humifikácie, prínos a premena organickej hmoty sú pravdepodobne vyvážené.

ZÁVER

Tento príspevok prináša poznatky o dynamike pôdnej organickej hmoty v rôznych typoch využívania územia, čo má význam pre plánovanie udržateľného manažmentu pôdy v oblasti. Pôdy v regióne Žitného ostrova sú podobne ako pôdy v obci Povoda intenzívne využívané. Rôzne spôsoby hospodárenia na pôde, ako aj urýchľujúce sa klimatické zmeny môžu poškodiť ich kvalitu, najmä deštrukciou pôdnej organickej hmoty. Ako vyplýva z hodnotenia laboratórných rozborov, stále sa jedná o kvalitné pôdy, vhodné na produkciu potravín. Kvalitná pôdna organická hmota je však zároveň schopná zachytiť veľkého množstva znečisťujúcich látok. Preto by sme do budúcnosti odporúčali venovať sa aj tejto stránke výskumu, napríklad schopnosti týchto pôd zadržiavať pesticídy alebo toxické kovy z antropogénnej činnosti.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. 2002. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR a Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 344 s. ISBN 80-88833-27-2.
- [2] BEDRNA, Z. 2002. *Environmentálne pôdoznanectvo*. Bratislava: VEDA vydavateľstvo SAV. 352 s. ISBN 80-224-0660-0.
- [3] BOT, A. a BENITES, J. 2005. *The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 95 s. ISBN 92-5-105366-9
- [4] FIALA, K. 1999. *Záväzné metódy rozborov pôd*. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy. 139 s. ISBN 80-85361-55-8
- [5] HRAŠKO, J. a BEDRNA, Z. 1988. *Aplikované pôdoznanectvo*. Bratislava : Príroda. 475 s.
- [6] NGUYEN, T., KOYAMA, M., NAKASAKI, K. 2023: Effect of oxygen deficiency on organic matter decomposition during the early stage of composting, *Waste Management*, Volume 160, 2023, Pages 43-50, ISSN 0956-053X



- [7] Obec Povoda, 2021. *Program hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja obce Povoda na roky 2021-2027*.
- [8] Obec Povoda, 2023. *Dejiny obce*. [Online] Available at: <https://obecpovoda.sk/dejiny-obce/> [Cit. 1-1-2023].
- [9] ŠARAPATKA, B. 2014. *Pedologie a ochrana pôdy*. Olomouc: Univerzita Palackého, 232 s. ISBN 978-80-244-3736-1.
- [10] TOBIAŠOVÁ, E., BARANČÍKOVÁ, G. a GOMORYOVÁ, E. 2016. *Pôdna organická hmota*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 216 s. ISBN 978-80-552-1583-9