

CHANGES IN THE SUPPLY OF HUMUS IN TOPSOIL AND SUBSOIL CAUSED BY CEREALS GROWN IN CROP ROTATIONS

ZMĚNY ZÁSoby HUMUSU V ORNICI A PODORNIČÍ ZPŮSOBENÉ OBILNINAMI PĚSTOVANÝMI V OSEVNÍCH SLEDECH

Vlček V., Pokorný E.

Ústav půdoznalství a mikrobiologie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: vvlcek@post.cz

ABSTRACT

The paper evaluates the seven - year (1993 – 1999) monitoring of the supply of humus in topsoil and subsoil in crop rotations of multifactorial field trials (62.5% cereals) conducted by the Agricultural Research Institute in Kroměříž (mean annual temperature 8.9°C, annual precipitation total 599 mm, medium Luvic Chernozem). In variants of winter wheat after spring barley – 1, winter wheat after alfalfa – 2, spring barley after winter wheat – 3, and spring barley after sugar beet – 4, disturbed samples were taken in 14-day intervals, viz. in the period from the third April to the third July decade from a depth of 0 – 30 cm and 30 – 60 cm and the content of humus was determined (by burning in a chromium-sulphur mixture). By means of volume weight, the content in % was converted to supply in t/ha. In trial plots with winter wheat, variety Hana was grown in 1993 to 1994, in 1995 to 1999 variety Samanta, in plots with spring barley variety Akcent was monitored all the time. Fertilization was carried out in particular variants on average (N, P₂O₅, K₂O in kg/ha/year): 1 – 61, 67, 101; 2 – 46, 67, 105; 3 – 9, 58, 95; 4 – 0, 55, 111. During the period, in variant 1 average yield amounted to 6.54 t/ha, in variant 2 - 7.47 t/ha, in variant 3 - 6.52 t/ha and in variant 4 - 7.20 t/ha. Evaluation of the results was carried out by the analysis of variance and time changes by the regression analysis of the second degree. Results of the seven-year monitoring of the effect of four variants with cereals demonstrated that humus reserves were significantly changed in topsoil. The highest supplies were found in the variant of barley after sugar beet (118 t/ha), the lowest ones in the variant of wheat after alfalfa (111 t/ha). As for the cereal species generally, it has been proved that in topsoils in variants with barley the supplies are higher than under winter wheat. In subsoil, there are significant differences between the variant of wheat after alfalfa (humus supply 111 t/ha) and the variant of barley after a cereal (humus supply 104 t/ha). As for a difference in the humus supply in subsoil according to the cereal

species the situation is contrary than in topsoil. Higher supplies are under wheat. Generally (topsoil and subsoil), the highest supply of humus is in the variant of barley after sugar beet (224 t/ha) and similarly in the variant of wheat after alfalfa (222 t/ha). The smallest supply is in the variant of wheat after barley (214 t/ha). In topsoil, the average supply of humus is 114 t/ha and that in subsoil is 107 t/ha the difference being statistically significant.

Keywords: humus supply, winter wheat, spring barley, alfalfa, sugar beet, topsoil, subsoil, Luvic Chernozem

ABSTRAKT

Práce vyhodnocuje sedmiletá (1993 – 1997) pozorování zásoby humusu v ornici a podorníči v osevních sledech polyfaktoriálních polních pokusů (62.5 % obilnin) Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži (průměrná roční teplota 8.9°C, roční suma srážek 599 mm, půda je střední černozem luvická). Na variantách pšenice ozimá po ječmenu jarním – 1, pšenice ozimá po vojtěšce- 2, ječmen jarní po pšenici ozimé - 3 a ječmen jarní po cukrovce – 4 byly ve čtrnáctidenních intervalech, v období od třetí dubnové do třetí červencové dekády, odebrány porušené vzorky z hloubek 0 – 30 cm a 30 – 60 cm a stanoven obsah humusu (spálením v chromsírové směsi). Pomocí objemové hmotnosti byl obsah v % přepočítán na zásobu v t/ha. Na pokusných parcelách s pšenicí ozimou byla v letech 1993 a 1994 pěstována odrůda Hana, v letech 1995 až 1999 odrůda Samanta, na parcelách s ječmenem jarním po celou dobu sledování odrůda Akcent. Hnojeno bylo na jednotlivých variantách v průměru (N,P₂O₅, K₂O v kg/ha/rok): 1 - 61, 67,101, 2 - 46, 67,105, 3 - 9, 58, 95, 4 - 0, 55, 111. Za období sledování bylo na variantě 1 dosaženo průměrného výnosu 6.54 t/ha, na variantě 2 - 7.47 t/ha, na variantě 3 - 6.52 t/ha a na variantě 4 - 7.20 t/ha. Vyhodnocení výsledků bylo provedeno analýzou variance a časové změny regresní analýzou druhého stupně. Výsledky sedmiletého sledování vlivu čtyř variant s obilninami prokázaly, že zásoba humusu se v ornici mění statisticky průkazně. Nejvyšší zásoby byly nalezeny na variantě ječmen po cukrovce (118 t/ha), nejnižší na variantě pšenice po vojtěšce (111 t/ha) – viz Graf 1. Co do druhu obilnin obecně, bylo potvrzeno, že v ornicích na variantách s ječmenem jsou zásoby vyšší než pod pšenicí ozimou. V podorníči je v zásobě humusu statisticky průkazný rozdíl mezi variantou pšenice po vojtěšce, kde je zásoba humusu 111 t/ha, a variantou ječmen po obilnině se zásobou 104 t/ha. Co do rozdílu zásoby humusu je tedy podle druhu obilniny situace v podorníči opačná než v ornici. Vyšší zásoby jsou pod pšenicí. Celkově (ornice a podorníči) je nejvyšší zásoba humusu na variantě ječmen po cukrovce (224 t/ha) a podobně na variantě

pšenice po vojtěšce (222 t/ha). Nejmenší na variantě pšenice po ječmeni (214 t/ha). V ornici je průměrná zásoba 114 t/ha a v podorniči 107 t/ha a rozdíl je statisticky průkazný.

Klíčová slova: zásoba humusu, pšenice ozimá, ječmen jarní, vojtěška, cukrovka, ornice, podorniči, černozem luvická

ÚVOD

Zásoba, složení a dynamika humusu v půdách souvisí s celým souborem faktorů a podmínek půdotvorného procesu - rostlinstva, mikroorganismů, klimatu a matečnou horninou (SOTÁKOVÁ, 1982).

V každém půdním typu se zformuje pro něj charakteristická dynamická rovnováha mezi mineralizací a humifikací, mezi stabilizací a aktivací humusových látek. Zjištěním rozdílů bilancovaných složek v každém půdním typu je možno vymezit následující typy humusového režimu: pozitivní - trvalý postupný přírůstek Cox (zpravidla pouze při použití vysokých dávek organických hnojiv), bezdeficitní - s dynamickou rovnováhou mezi přírůstkem a úbytkem Cox v celém půdním profilu, deficitní - výrazný úbytek, zpravidla odnosem humózní hmoty erozí, technickou úpravou povrchu a jiné (SOTÁKOVÁ 1986).

(SALFELD A SOCHTIG 1977) vychází z tkz. dynamického modelu humusu, který sestavili na základě 21 ukazatelů. Rozlišují dva typy dynamiky organické hmoty v půdě : 1.dlouhodobou a 2. krátkodobou (cyklickou), již podmiňují rostliny a klima.

Zevšeobecněním údajů získaných z dlouhodobých stacionárních pokusů o charakteru humusového režimu půd navrhuje (KRUGLOV a PROŠLAKOV 1979) použít na výpočet zásoby humusu orných půd rovnici regrese. Dle této rovnice se zásoby humusu v orných půdách zvyšují při snižování zastoupení okopanin v osevním postupu, při použití hnoje, průmyslových hnojiv a zvýšení obsahu fyzikálního jílu.

Bylo prokázáno že, prohlubovacími zásahy docházelo k poklesu obsahu humusu. Z doložených pětiletých výsledků fyzikálních vlastností je možno dopočítat hustotu, která je v ornících závislá také na obsahu humusu a to nepřímo úměrně. To výsledky ale nepotvrzují, neboť na variantách "minimální zpracování" a "bez zpracování" došlo ke zvýšení hustoty na 2.61 g/cm³ z hodnoty 2.59 g/cm³ na variantě "orba". Bylo potvrzeno, že minimalizační technologie zvýšily vlhkost a tím došlo v suchých podmínkách (Hrušovany u Brna) ke zvýšení výnosů obilnin. Za základní změnu lze považovat pokles minimální vzdušnosti z 15.2 % na variantě "orba" na 10.6 % na variantě "bez zpracování" (BADALÍKOVÁ 1999).

Příznivý vliv humusu na fyzikální, chemické a biologické vlastnosti orných půd je všeobecně známý. KÖRSCHENS (1990) uvádí, že změna obsahu uhlíku v půdě o 0.1 % zvýší

vododržnou kapacitu půdy o 0.5 až 0.6 % obj. Kationtovou výměnnou kapacitu o 0.7 mekv/kg, pórovitost o 1 % a objemovou hmotnost sníží o 0.01 - 0.02 g/cm³. (HODGES 1991) uvádí, že půdní organická hmota je zdrojem látek a energie pro půdní mikroorganismy, dále její vliv na půdní strukturu, přístupnost rostlinných živin, přímý vliv na růst rostlin a další.

Dlouhodobá aplikace organického a minerálního hnojení zvýšila množství mikrobiální biomasy i když statisticky neprůkazně (KUBÁT et al 1996).

Hnojení hnojem zvýšilo obsah organického uhlíku na všech lokalitách. Samotné minerální hnojení zvýšilo obsah uhlíku pouze na černozemi a hnědozemi. Vysoké dávky vápence stimulovaly akumulaci půdní organické hmoty (KUBÁT et al 1996).

Zvýšení poměru C:N v kontrole překopávaných variant a ve variantách minerálně hnojených ukazuje, že dusíkaté součásti půdní organické hmoty jsou náchylnější k rozkladu a mineralizaci než součásti bez dusíku. Průměrné počty volně žijících diazotrofních bakterií byly nižší v překopávaných variantách, než na kontrole během celé doby trvání pokusu. Tyto bakterie byly téměř eliminovány v minerálně hnojených variantách. Výsledky stanovení nitrifikační aktivity potvrdily pozitivní vliv organického hnojení a inhibiční vliv vysokých dávek minerálního hnojení na tuto aktivitu (KUBÁT et al 1999).

Organické hnojení v dlouhodobých pokusech zvyšovalo průměrný počet bakterií přibližně na dvojnásobek ve srovnání s nehnojenými kontrolami. U minerálně hnojených variant klesl počet bakterií téměř na polovinu oproti kontrole. Je zřejmé, že výskyt bakterií závisí na přítomnosti čerstvé organické hmoty více než na obsahu celkového uhlíku v půdě (KUBÁT et al 1999).

MATERIÁL A METODY

Změny zásoby humusu v ornici a podorníci byly sledovány v letech 1993 – 1999 na polyfaktoriálních pokusech Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži, s.r.o.. Oblast je klimaticky řazena do okrsku T3 (teplý, mírně vlhký) s průměrnou roční teplotou 8.7 °C a ročním úhrnem srážek 599 mm. Půdy jsou černozemě luviské (NĚMEČEK, 2001) s hlubokou, strukturní, hlinitou ornicí (obsah částic < 0.01 mm je 42 %). Výměnná reakce ornice (pH/KCl 6.45) je neutrální až mírně kyselá, sorpční komplex (V = 75 %) je nasycený. Zásoba přijatelného fosforu, draslíku i hořčíku je vysoká.

V devítihonném osevním postupu s 62.5 % zastoupením obilnin byly na variantách pšenice ozimá po ječmenu jarním – 1, pšenice ozimá po vojtěšce- 2, ječmen jarní po pšenici ozimé - 3 a ječmen jarní po cukrovce – 4 ve čtrnáctidenních intervalech, v období, od třetí dubnové do třetí červencové dekády (každý rok 7 odběrů), odebrány vzorky do Kopeckého

válečků (vždy ve 3 opakováních) z hloubek 10 – 15 cm a 35 – 40 cm a stanovena objemová hmotnost. Ze stejných míst byly odebrány porušené vzorky pro ornici (0-30 cm) a podorničí (30 – 60 cm) ve kterých byl stanoven obsah oxidovatelného uhlíku spálením v chromsírové směsi a přepočten na humus (JANDÁK a kol. 1991). Obsah humusu v % byl pomocí objemové hmotnosti převeden na zásobu humusu v ornici a podorničí (t/ha). Na pokusných parcelách s pšenicí ozimou byla v letech 1993 a 1994 pěstována odrůda Hana, v letech 1995 až 1999 odrůda Samanta, na parcelách s ječmenem jarním po celou dobu sledování odrůda Akcent. Hnojeno bylo na jednotlivých variantách v průměru (N,P₂O₅, K₂O v kg/ha/rok): 1 - 61, 67,101, 2 - 46, 67,105, 3 - 9, 58, 95, 4 - 0, 55, 111. Za období sledování bylo na variantě 1 dosaženo průměrného výnosu 6.54 t/ha, na variantě 2 - 7.47 t/ha, na variantě 3 - 6.52 t/ha a na variantě 4 - 7.20 t/ha.

Za sledované části vegetačního období byla průměrná teplota, v letech 1993 – 1997 - 15.8 °C a průměrná suma srážek - 246 mm.

Vyhodnocení výsledků bylo provedeno analýzou variance (LSD test, P>0.05) a časové změny regresní analýzou druhého stupně (testováno korelačním indexem) v programu Excel (ORVIS 1996) a Statgraphics (KOSCHIN a kol., 1992).

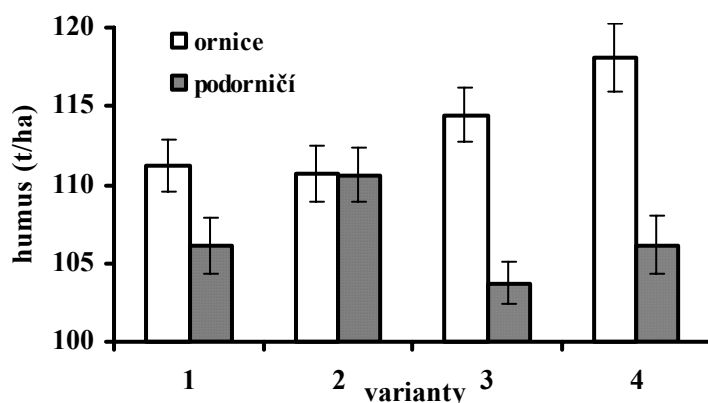
VÝSLEDKY A DISKUSE

Zásoba humusu

a) výsledky sedmiletého sledování vlivu čtyř variant s obilninami na půdní vlastnosti prokázaly, že obsah humusu se v ornici mění statisticky průkazně. Nejvyšší zásoby byly nalezeny na variantě číslo 4 - ječmen po cukrovce (118 t/ha), nejnižší na variantě číslo 2 - pšenice po vojtěšce (111 t/ha). Uvážíme-li, že sedmitunový rozdíl vzniká v průběhu května až července, jedná se o rozdíl dosti značný. Obecně bylo potvrzeno, že na variantách s ječmenem jarním jsou v ornici zásoby vyšší než v ornici pod pšenicí ozimou (Graf 1).

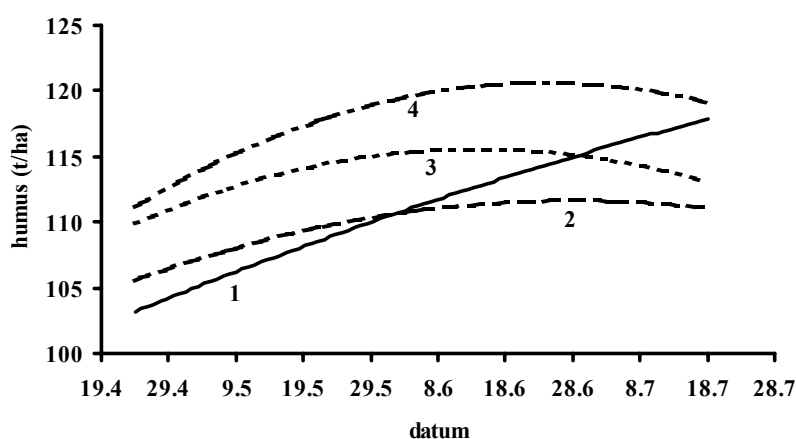
b) v podorničí je v zásobě humusu statisticky průkazný rozdíl mezi variantou pšenice po vojtěšce, kde je zásoba humusu 111 t/ha, a variantou ječmen po obilnině se zásobou 104 t/ha. Co do rozdílu zásoby humusu v podorničí je situace opačná než v ornici. Vyšší zásoby humusu jsou pod pšenicí (Graf 1).

Graf 1: Průměrná zásoba humusu v ornici a podorničí (t/ha)

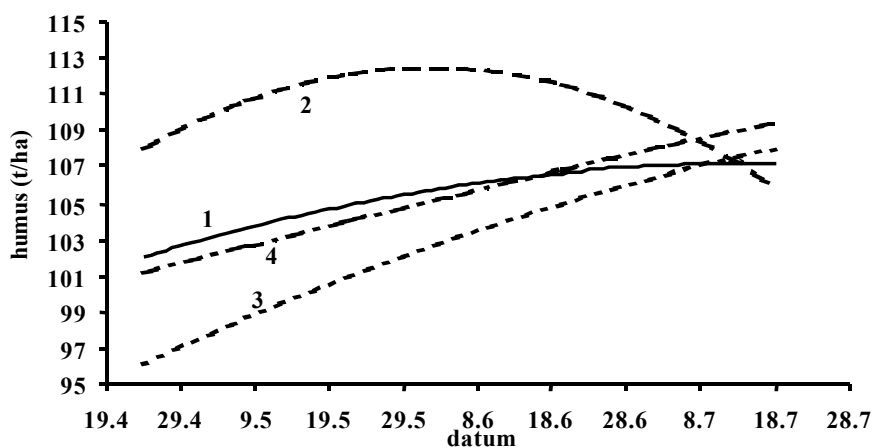


Celkově (ornice a podorničí) je nejvyšší zásoba humusu na variantě ječmen po cukrovce (224 t/ha) a podobně na variantě pšenice po vojtěšce (222 t/ha). Nejmenší na variantě pšenice po ječmeni (214 t/ha). **V ornici je průměrná zásoba 114 t/ha a v podorničí 107 t/ha a rozdíl je statisticky průkazný. Dynamiku lze sledovat v Grafech 2 a 3.**

Graf 2: Dynamika zásoby humusu (t/ha) v ornici (0-30 cm)



Graf 3: Dynamika zásoby humusu (t/ha) v podorničí (30-60 cm)



Tab. 1: Zásoba humusu v ornici – analýza variance

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupeň volnosti	Průměr čtverců	F-poměr	Hladina významnosti
Mezi skupinami	1 700,374	3	556,791	3,467	0,0170
Uvnitř skupin	31 384,912	192	163,463		
Celkem	33 085,286	195			

Tab. 2: Zásoba humusu v ornici – průkaznost mezi variantami

Variabilita	4	3	2
1	*		
2	*		
3			

Tab. 3: Zásoba humusu v podorničí – analýza variance

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupeň volnosti	Průměr čtverců	F-poměr	Hladina významnosti
Mezi skupinami	1 218,574	3	406,191	2,91	0,037
Uvnitř skupin	26 796,061	192	138,563		
Celkem	28 014,635	195			

Tab. 4: Zásoba humusu v podorničí – průkaznost mezi variantami

Variabilita	4	3	2
1			
2		*	
3			

Tab.5. Regresní rce změn zásoby humusu v ornici

Varianta	Rovnice	R	R ²
1	$y = -0,004x^2 + 0,3069x + 73,328$	0,921 *	0,850
2	$y = -0,0014x^2 + 0,5166x + 65,079$	0,646 *	0,418
3	$y = -0,0022x^2 + 0,7275x + 55,169$	0,607 *	0,369
4	$y = -0,0025x^2 + 0,8912x + 42,124$	0,730 *	0,533

Tab. 6: Regresní rce změn zásoby humusu v podorničí

Varianta	Rovnice	R	R ²
1	$y = -0,008x^2 + 0,3042x + 77,347$	0,547 *	0,300
2	$y = -0,003x^2 + 0,9355x + 40,628$	0,600 *	0,361
3	$y = -0,0006x^2 + 0,3359x + 65,707$	0,856 *	0,734
4	$y = -0,0001x^2 + 0,1368x + 87,1$	0,625 *	0,391

Obecně se tvrdí, že okopaniny s intenzivním zpracováním půdy do určité míry zhoršují stav půdy zvýšeným rozkladem půdní organické hmoty, ale jejich příznivý účinek v osevním postupu a předplodinová hodnota je způsobena jejich pravidelným hnojením organickými a minerálními hnojivy (KOSTELANSKÝ 1998). U okopanin (varianta číslo 4 v Grafu 1) opravdu dochází k určité nevyrovnanosti v půdní organické hmotě v ornici a podorničí, nicméně celková zásoba v ornici i podorničí je nejvyšší ze sledovaných variant. K této nevyrovnanosti mezi ornicí a podorničím však dochází i u obilnin. Zde je však situace opačná neboť celková zásoba je zde nejnižší ze sledovaných variant. Rozdíl mezi nejnižší variantou 1 (pšenice ozimá po ječmeni jarním) a nejvyšší variantou 4 (ječmen jarní po cukrovce) je až 10 t/ha (ornice a podorničí dohromady), což jsou hodnoty poměrně značné. Nelze tedy v obecné rovině souhlasit s teorií, že zásoby humusu v orných půdách se snižují při zvyšování zastoupení okopanin v osevním postupu (jak tvrdí KRUGLOV a PROŠLAKOV 1979). Na těchto pokusných variantách se ukázal pozitivní vliv střídání plodin na půdní organickou hmotu a naopak negativní vliv monokulturního pěstování obilovin po sobě. V dnešní době, kdy již není kladen takový důraz na výnosy, ale spíše na péči o půdu může snad tato práce změnit pohled na pěstování obilnin po sobě.

ZÁVĚR

Práce vyhodnocuje sedmiletá (1993 – 1997) pozorování zásoby humusu v ornici a podorničí v osevních sledech polyfaktoriálních polních pokusů (62.5 % obilnin) Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži (průměrná roční teplota 8.9°C, roční suma srážek 599 mm, půda je střední černozem luvická). Na variantách: 1- pšenice ozimá po ječmenu jarním, 2 - pšenice ozimá po vojtěšce, 3 - ječmen jarní po pšenici ozimé a 4 - ječmen jarní po cukrovce byly ve čtrnáctidenních intervalech, v období od třetí dubnové do třetí červencové dekády, odebírány porušené vzorky z hloubek 0 – 30 cm a 30 – 60 cm a stanoven obsah humusu (spálením v chromsírové směsi). Pomocí objemové hmotnosti byl obsah v % přepočítán na zásobu v t/ha. Z výsledků pokusů plyne, že největší zásoby humusu jsou celkově (ornice i podorničí) ve variantě číslo 4 – tzn. ječmen po cukrovce (224 t/ha), podobně jako ve variantě číslo 2 – tzn. pšenice po vojtěšce (222 t/ha). Ve variantě číslo 2 však byl vyrovnanější poměr mezi zásobou humusu v ornici a podorničí. Jako problematické se zde ukázalo pěstování obilniny po obilnině – v našem případě varianta číslo 1 – pšenice ozimá po ječmeni jarním, kdy byla zásoba humusu (v ornici i podorničí) ze všech variant nejnižší (214 t/ha). V této práci se ukázal negativní důsledek pěstování obilnin po sobě, a to úbytek půdní organické hmoty, a to až o 10 t/ha (v ornici i podorničí dohromady – viz graf 1 – varianta 1 a

4). **V ornici je průměrná zásoba 114 t/ha a v podorníci 107 t/ha, přičemž rozdíl je statisticky průkazný.** Pozitivní vliv na průměrný obsah humusu v ornici a podorníci má střídání plodin v osevních postupech. Naopak jako nevhodné se ukázalo následné pěstování obilnin.

V budoucnu by bylo zajímavé sledovat tyto změny na plochách, kde se již několik desítek let pokusně pěstují obilniny po sobě.

LITERATURA

BADALÍKOVÁ, B., HRUBÝ, J.: The change of quality of humus in soil by continuous growing of winter wheat, Výživa rostlin, kvalita, produkce a zpracovatelské využití, Sborník referátů z konference Brno, MZLU, 1999, str. 57-60.

BENETÍN, J.: Dynamika podnej vlahy. SAV Bratislava, 1970, 268 s.

BEDRNA, Z.: Podne režimy. Veda Bratislava 1989, 222 s.

FIALOVÁ, J.: Vlhkost půdy během vegetace ozimé pšenice v závislosti na způsobech zpracování a předplodině. Rostl. Výr., 1994, roč. 40, č.6, s. 491 - 497

GLET, O.: Hydrologické vlastnosti hlavních půdních představitelů na pleistocenních sprašových pokryvech. (Kandidátská disertace) VÚRV Praha, 1962

JANDÁK, J. a kol.: Cvičení z půdoznalství. VŠZ Brno, 1991, 213 s.

KOSCHIN, F. a kol.: Statgraphics aneb statistika pro každého. Grada Praha, 1992, 360 s.

KOSTELANSKÝ, F. a kol.: Obecná produkce rostlinná. MZLU Brno, 1998, 212s.

KRUGLOV, L.V. – PROŠĚLAKOV, A.A.: Vospolnenije gumusa v pachotnykh počvach nečernozemnoj polosy. Počvovedenije 1979, č.5.s.5-17. (In SOTÁKOVÁ, S.: Organická hmota a úrodnost' půdy. Příroda Bratislava, 1982, 234s)

KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. SNTL Praha, 1966, 275 s.

NĚMEČEK, J. a kol.: Taxonomický klasifikační systém půd ČR. ČZU Praha, 2001, 79 s

ORVIS, W.J.: Microsoft Excel pro vědce a inženýry. Computer Press Brno, 1996, 498 s.

PENKA, M.: Transpirace a spotřeba vody rostlinami. Academia Praha, 1985, 250 s.

SALFELD, J.CH.,- SÓCHTIG, H. : Composition of the soil organic matter systém depending on soil type and land use. From: Soil Organic Matter Studies, Vienna 1977. (In: Sotáková, S.: Organická hmota a úrodnost' půdy. Příroda Bratislava, 1982, 234s)

SOTÁKOVÁ, S.: Organická hmota a úrodnost' půdy. Příroda Bratislava, 1982, 234s

ŠIMEK, J. a kol.: Soustava základních agrotechnických opatření v rostlinné výrobě. ČAZV v SZN Praha, 1958, 331 s.