

Kvalita humusových látek a obsah živin při různém způsobu zpracování půdy a po aplikaci kompostu

Quality of soil organic matter and nutrients content under different soil tillage systems and after compost application

Lubica Pospíšilová, Magdalena Hábová, Barbora Badalíková, Jaroslava Novotná

Long-term field experiments (2012–2015) were aimed at the effect of two different tillage systems and compost application on to soil organic matter quality and nutrients content. Object of study was Haplic Cambisol (locality Svárov, Czech Republic), sandy-loam textured, with middle humic substances and nutrients content, and acid soil reaction. Results showed that compost application and tillage systems influenced directly humic substances content and quality, and total nutrients content. Statistically significant differences between conventional soil tillage and shallow loosening were found.

humic substances, nutrients, different tillage systems, Haplic Cambisol

Kvalita a množství organické hmoty zajišťuje jak dostatečný obsah živin a úrodnost, tak biologickou rovnováhu v podmínkách trvale udržitelného hospodaření na půdě. Přispět k tomu mají i alternativní způsoby zpracování půdy, minimalizační a půdo–ochranné technologie. V různých agroekologických podmínkách tyto technologie vytváří vhodné podmínky pro růst a vývoj plodin a společně s dodržováním osevnického postupu, doplňováním organické hmoty a vápněním mohou příznivě ovlivnit fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půd. Mnohé studie uvádějí, že k degradaci půdní struktury dochází právě díky poklesu obsahu organických látek a intenzivnímu hospodaření na půdě (1, 2, 3). Aplikace kompostu do půdy obecně zlepšuje nejen živinný režim, ale vede i ke zvýšení její vodní retence. U půd těžkých, jílovitohlinitých došlo po přidání kompostu ke zvětšení velikosti půdních pórů, zvýšení hydraulické vodivosti a zvýšením hloubky zapravení kompostu se zredukovalo zamokření (4). Při hlubokém zapravení kompostu do propustného podloží došlo ale k prodloužení trvání sucha ve větších hloubkách půdy. Díky minimalizačním technologiím, redukcí intenzity zpracování půdy a zvýšení přísunu organických zbytků dochází ke stabilizaci půdní struktury, půdního prostředí a ke snížení eroze (5, 6). Minimalizační technologie zpracování půdy zahrnují různé formy mělkého zpracování půdy, náhradu orby kypřením, výsev plodin do povrchové zpracované vrstvy, anebo do nezpracované půdy. V ČR se odhaduje, že až 40% půd je možné převést do minimalizačního a půdo–ochranného režimu díky dostupnosti vhodné mechanizace a techniky. Půdo–ochranné technologie zahrnují také postupy, u kterých je nejméně 30% povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodin. Půdo–ochran-

né technologie mohou být využity při pěstování kukuřice, olejnin, obilnin, luskovin i cukrovky. Nejvhodnějšími jsou půdy texturně středně těžké, ale dnes se půdo–ochranné technologie rozšiřují na do vyšších poloh na půdy zrnitostně lehké a ohrožené erozí. Uplatňují se ale i na těžkých půdách, kde je často problémem založení ozimých plodin, a proto se využívá zejména redukce hloubky zpracování. U půd těžkých je ale nutné mít na zřeteli, že redukce hloubky a intenzity zpracování se nedoporučuje na zamokřených a silně utužených půdách. Zpracování půdy tak představuje významnou součást pěstitelských technologií a kromě agroekologických podmínek stanoviště musí respektovat jak dopad na půdní prostředí, tak nároky plodin a ekonomickou efektivitu pěstitelských technologií (7).

Cílem práce bylo porovnat množství a kvalitu humusových látek a obsah živin po aplikaci kompostu při minimalizačním zpracování půdy (do 20 cm) a při klasické orbě (do 30 cm).

Materiál a metody

Lokalita Svárov (okr. Kladno) se nachází na pomezí Křivoklátského a Řípského bioregionu, ve kterém v současnosti převládá orná půda. Reliéf je utvářen mírně zvlněnou plošinou směřovanou od jihozápadu k severovýchodu a typická nadmořská výška regionu je rozmezí 200 – 400 m. n. m. Typické je teplé a suché podnebí, s průměrnou roční teplotou 8,5 °C a srážkovým úhrnem okolo 500 mm (8).

Půdní typ byl klasifikován jako kambizem modální, písčitohlinitá, střední půda (9). Aktivní i výměnná půdní reakce byla kyselá. Půda byla nezasolená a elektrická vodivost půdního výluhu nepřesahovala 4 mS·cm⁻¹ (tab. 1).

Založení polních pokusů – na části pozemků byl v souladu se schématem aplikován kompost v dávce 20 t sušiny na ha. Jeho kvalita splňovala všechny požadované chemické a hygienické parametry (tab. 2). Celková výměra půdy obhospodařované klasickou orbou (do 22 cm) je 209 ha. V roce 2012 byla na pozemku pěstována ozimá řepka. Dále v roce 2013 – pšenice, 2014 – řepka, 2015 – pšenice a v roce 2016 – řepka. Metodický postup prací byl následující: na jaře po zasetí byly odebrány půdní vzorky ke stanovení fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. Po sklizni v červenci 2012 (ozimá řepka, odrůda Rekordia, výnos 2,8 t·ha⁻¹) byla sláma podrcena a rovnoměrně rozptýlena na strniště, výška strniště 0,50 m. Hnojení minerálními hnojivy bylo provedeno rozmetadlem Bogballe, zásobník 1400 l; hnojení LAV 120 kg·ha⁻¹, DASA 100 kg·ha⁻¹. Následně byly vyměřeny hranice variant pokusu a rozmetán kompost. Pokusná plocha (100 x 50 m) byla vyměřena ve směru řádků strniště ozimé řepky. Body odběru byly zaměřeny přijímačem GPS GARMIN 76S, přesnost měření 4,6 m. V udaných bodech byly provedeny odběry ve třech opakovaných vždy na jaře po zasetí a na podzim po sklizni. Hloubka odběru pro stanovení obsahu živin byla 0 – 0,20 m. Kompost byl rozmetán návnosným rozmetadlem hnoje RU 6, podmínka byla provedena kypřičem RabeWerk, pracovní záběr 3 m, hloubka 0,10 m. Orba byla provedena s neseným 4–radličným pluhem Kverneland do 0,22 m. Vyseta byla pšenice ozimá (secí stroj RabeWerk TerraDrill, pracovní záběr 3 m, výsevek 230 kg·ha⁻¹, hloubka 0,40 m). Pro porovnání byl vybrán vedlejší pozemek s půdo–ochrannou a bezorebnou technologií. Jeho celková výměra je 320 ha a osevnický postup byl zde následující: 2012 – ozimá pšenice, 2013 – řepka,

Tabulka 1: Základní vlastnosti kambizemě modální (lokality Svárov)

Table 1: Basic properties of Haplic Cambisol (locality Svárov)

Půdní typ (1)	Horizont (2) (m)	pH/H ₂ O (3)	pH/KCl (4)	Vodivost (5) (mS·cm ⁻¹)	Obsah jílu (6) (%)	Obsah humusu (7) (%)	Poměr HK/FK (8)
KAm	0 – 0,2	6,30	5,20	0,06	24,04	2,90	0,8

(1) soil type, (2) horizon, (3) active soil reaction, (4) exchangeable soil reaction, (5) conductivity, (6) clay particles content, (7) humus content (8) HA/FA ratio

Tabulka 2: Chemické vlastnosti aplikovaného kompostu

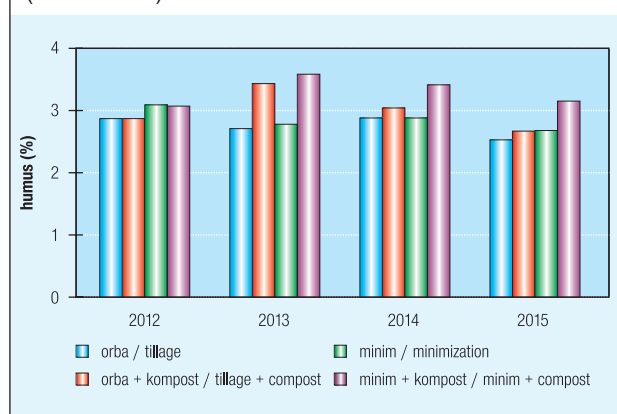
Table 2: Chemical properties of applied compost

Vlhkost (1) %	pH (2)	Vápník (3) g·kg ⁻¹	Draslík (4) g·kg ⁻¹	Fosfor (5) g·kg ⁻¹	Dusík celkový (6) %	Poměr C:N (7)
32,3	7,39	28,1	21,2	6	0,97	15

(1) humidity, (2) pH, (3) calcium, (4) potassium, (5) phosphorus, (6) total nitrogen, (7) ratio carbon:nitrogen

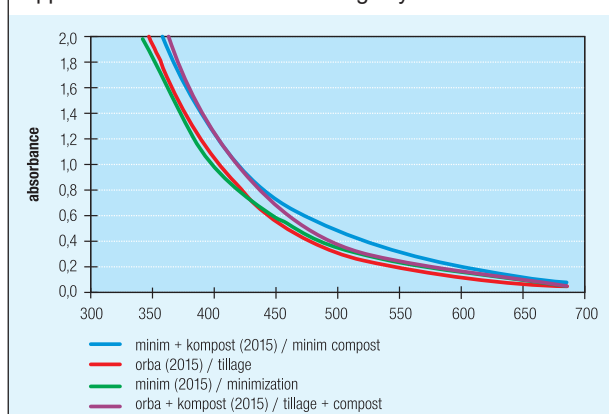
Obr. 1: Průměrný obsah humusu v průběhu polního pokusu (2012 – 2015)

Fig. 1: Average humus content during field experiments (2012 – 2015)



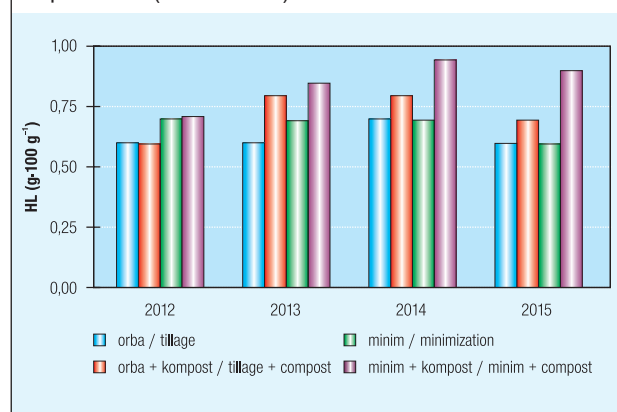
Obr. 3: UV–VIS spektra humusových látek po aplikaci kompostu a při různém způsobu zpracování půdy

Fig. 3: UV–VIS spectra of humic substances after compost application and under different tillage systems



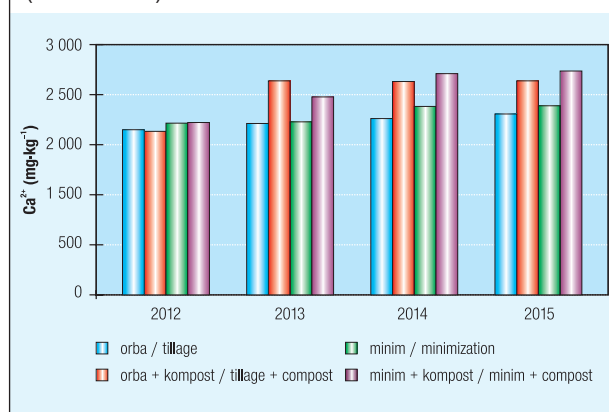
Obr. 2: Průměrný obsah humusových látek v průběhu polního pokusu (2012 – 2015)

Fig. 2: Average content of humic substances during field experiments (2012 – 2015)



Obr. 4: Průměrný obsah vápníku v průběhu polního pokusu (2012 – 2015)

Fig. 4: Average calcium content during field experiments (2012 – 2015)



2014 – pšenice, 2015 – mák a v roce 2016 – pšenice. Metodický postup prací na vybraném pokusném pozemku (100 × 50 m) byl následující: na jaře odběry vzorků před zahájením pokusů, červenec 2012 – sklizeň ozimé pšenice (odrůda Federer, výnos 5,5 t·ha⁻¹). Sláma při sklizni drcena a rovnoměrně rozptýlena na strniště, výška strniště 200 až 250 mm. Odběry půdních vzorků po sklizni, ve třech opakováních, body odběru zaměřeny přijímačem GPS GARMIN 76S, přesnost měření 5,1 m. Hnojení minerálními hnojivy – regenerační hnojení DASA 26 100 kg·ha⁻¹, produkční hnojení celkem DAM 390 300 l·ha⁻¹,

kvalitativní hnojení SAM 19 100 l·ha⁻¹. Následovalo vyměření hranice variant pokusu a rozmetání kompostu (20t sušiny·ha⁻¹). Setí řepky ozimé bylo provedeno radličkovým secím strojem HORSCH 6 ST, výsevek 1,9 kg·ha⁻¹ (1VJ), hloubka 0,10 m. Postřiky – Theridox 0,5 l·ha⁻¹, Brasan 1,4 l·ha⁻¹, Garland 0,6 l·ha⁻¹. Odběry půdních vzorků na všech variantách byly provedeny z ornice (0 – 0,20 m) v daných bodech odběru dle GPS vždy na jaře a na podzim ve třech opakováních (2012 – 2015).

Metody studia – obsah celkového organického uhlíku byl stanoven oxidimetrickou titrací (10). Frakční složení

Tabulka 3: Statisticky průkazné rozdíly v obsahu humusu a humusových látek (ANOVA – jeden faktor, $n = 8$, $\alpha = 0,05$, $r_{krit} = 2,385$)

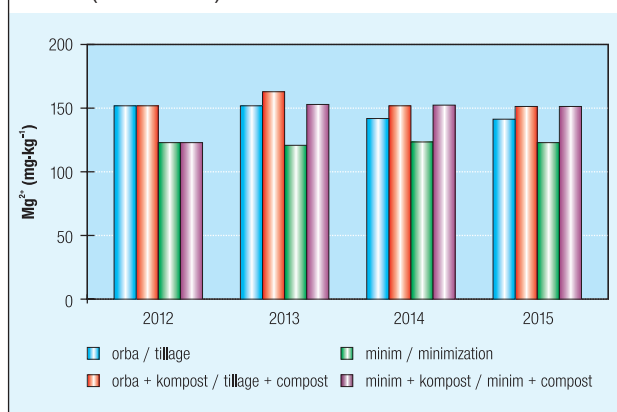
Table 3: Statistically significant differences in humus content and humic substances content (One way ANOVA, $n = 8$, $\alpha = 0,05$, $r_{crit} = 2,385$)

Výběr (1)	Počet (2)	Součet (3)	Průměr (4)	Rozptyl (5)		
bez kompostu (humus)	8	22,843	2,855375	0,0242816		
kompost (humus)	8	25,608	3,201	0,0838596		
Zdroj variability	SS	rozdíl	MS	F	hodnota P	F krit
Mezi výběry	0,47783	1	0,47782656	8,8370878	0,0100819	4,60011
Všechny výběry	0,75699	14	0,05407059			
Celkem	1,23481	15				
Výběr	počet	součet	průměr	rozptyl		
bez kompostu (HL)	8	5,2	0,65	0,0028571		
kompost (HL)	8	6,3	0,7875	0,0133929		
Zdroj variability	SS	rozdíl	MS	F	hodnota P	F krit
Mezi výběry	0,07563	1	0,075625	9,3076923	0,0086352	4,60011
Všechny výběry	0,11375	14	0,008125			
Celkem	0,018938	15				

(1) Source, (2) number, (3) sum, (4) average, (5) variance

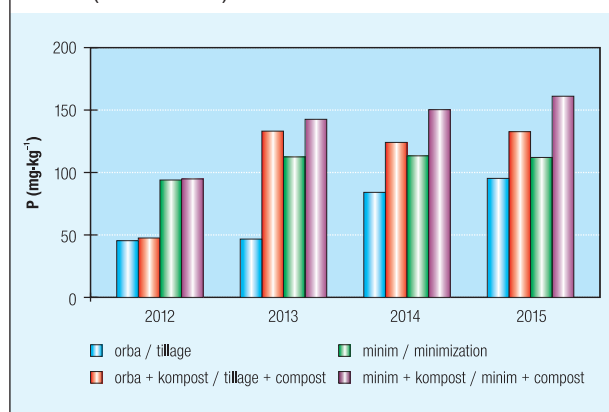
Obr. 5: Průměrný obsah hořčíku v průběhu polního pokusu (2012 – 2015)

Fig. 5: Average magnesium content during field experiments (2012–2015)



Obr. 6: Průměrný obsah fosforu v průběhu polního pokusu (2012 – 2015)

Fig. 6: Average phosphorus content during field experiments (2012 – 2015)



humusových látek, obsah huminových a fulvokyselin a poměr HK/FK byly stanoveny metodou krátké frakcionace (11). Princip metody spočívá v extrakci humusových látek v 0,1 M směsi pyrofosforečnanu sodného a 0,1 M NaOH (12, 13, 14). Obsah živin byl stanoven metodou Mehlich III (15). Zrnitostní složení půdy bylo stanoveno pipetovací metodou (15). Vodivost a pH půdních extraktů byly měřeny podle standardních metod. Ke statistickému vyhodnocení dat byla využita ANOVA – jeden faktor.

Výsledky a diskuze

Dlouhodobé pokusy jsou zaměřeny na zkoumání vlivu aplikace kompostu a půdo–ochranných technologií na množství a kvalitu půdní organické hmoty. Sledovaná kambizem modální, písčitohlinitá, měla střední obsah humusu a nízkou kvalitu humusových látek (HL). Poměr obsahu huminových kyselin a fulvokyselin (HK/FK) byl nízký (< 0,8). Ve frakčním složení převažovaly méně kvalitní fulvokyseliny na huminovými kyselinami (tab. 1). Dynamika obsahu humusu a humusových látek v průběhu dlouhodobého experimentu (2012 – 2015) je uvedena

na obr. 1 a 2. Zjištěné rozdíly v obsahu humusu a humusových látek mezi kontrolou a po aplikaci kompostu byly statisticky průkazné (tab. 3). Lze tedy konstatovat, že aplikace kompostu do půdy měla přímý vliv na množství stabilních (humifikovaných) látek. Při porovnání minimalizačních technologií a orby bylo zjištěno, že rovněž způsob obhospodařování měl výrazný vliv na množství stabilních (humifikovaných) látek. Byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi orbou a minimalizačním zpracováním půdy po zapravení kompostu do půdy (tab. 3). Výraznější efekt a vyšší nárůst humusu u zrnitostně středních, písčitohlinitých kambizemí byl dosažen druhý a třetí rok po aplikaci kompostu na variantě minimalizace v porovnání s orbou. Podobné výsledky o vlivu technologie zpracování půdy uvádějí Šarapatka et al. (16).

Kvalita humusových látek byla posuzována podle jejich absorpce v UV–VIS oblasti spektra a podle frakčního složení humusu a poměru HK/FK. Absorbance humusových látek v UV–VIS oblasti spektra (obr. 3) ukazuje na vyšší obsah a kvalitu HL po aplikaci kompostu na variantě minimalizace v porovnání s orbou. Rovněž na variantě s orbou došlo po aplikaci kompostu k nárůstu obsahu

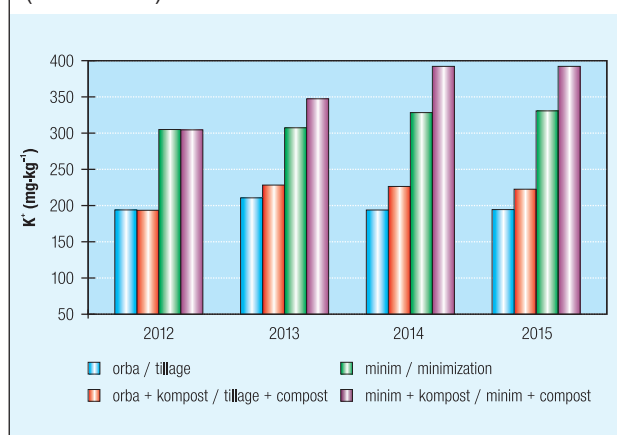
Tabulka 4: Statisticky průkazné rozdíly v obsahu vápníku a hořčíku (ANOVA – jeden faktor, $n = 8$, $\alpha = 0,05$, $r_{krit} = 2,385$)
Table 4: Statistically significant differences in calcium and magnesium content (One way ANOVA, $n = 8$, $\alpha = 0,05$, $r_{crit} = 2,385$)

Výběr (1)	Počet (2)	Součet (3)	Průměr (4)	Rozptyl (5)		
bez kompostu (Ca)	8	16 240	2 030	7 914,2857		
kompost (Ca)	8	17 880	2 235	32 628,571		
Zdroj variability	SS	rozdíl	MS	F	hodnota P	F krit
Mezi výběry	168 100	1	168 100	8,2924595	0,0121193	4,60011
Všechny výběry	283 800	14	20 271,4286			
Celkem	451 900	15				
Výběr	počet	součet	průměr	rozptyl		
bez kompostu (Mg)	8	1 060	132,5	192,85714		
kompost (Mg)	8	1 180	147,5	135,71429		
Zdroj variability	SS	rozdíl	MS	F	hodnota P	F krit
Mezi výběry	900	1	900	5,4782609	0,0345792	4,60011
Všechny výběry	2 300	14	164,285714			
Celkem	3 200	15				

(1) source, (2) number, (3) sum, (4) average, (5) variance

Obr. 7: Průměrný obsah draslíku v průběhu polního pokusu (2012 – 2015)

Fig. 7: Average potassium content during field experiments (2012 – 2015)



stabilních organických látek a kvality humusu v porovnání s kontrolou (obr. 3). Měření absorbance HL v UV–VIS oblasti spektra koreluje s výsledky frakcionace HL a potvrzuje, že vyšší množství a kvalita HL je na variantě minimalizace po aplikaci kompostu. Poměr HK/FK dosahuje nejvyšších na variantě minimalizace po aplikaci kompostu (> 1), což indikuje vysokou kvalitu HL. Rovněž stupeň humifikace dosahuje po aplikaci kompostu velmi vysokých hodnot a to na obou variantách pokusu. Nejvyšší hodnoty stupně humifikace byly dosaženy na minimalizaci po aplikaci kompostu ($> 45\%$). Sledování změn obsahu stabilních složek půdní organické hmoty ukázalo, že nejvyšší nárůst množství a zlepšení kvality stabilních složek (humifikovaných) byl dosažen na variantě minimalizace po aplikaci kompostu v porovnání s orbou. Podobné výsledky uvádějí i Grandy et al. (2) a Duong et al. (6).

Stabilní (humifikované) organické látky mají velmi vysokou sorpční schopnost a jsou relativně odolné vůči mikrobiálnímu rozkladu. Označují se i jako pomalu plynoucí zásobárna živin v půdě. Před aplikací kompostu byl průměrný obsah fosforu a hořčíku nízký, obsah draslíku dobrý a obsah vápníku byl vyhovující. Po aplikaci kompostu došlo k nárůstu obsahu živin na obou variantách pokusu.

Průměrné obsahy živin byly však vyšší na variantě minimalizace v porovnání s orbou. Výsledky uvádíme na obr. 4 – 7. Průměrný obsah vápníku po aplikaci kompostu lze hodnotit jako dobrý ($> 2\ 400\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), obsah hořčíku jako vyhovující ($150\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), obsah fosforu je vysoký ($145\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a obsah draslíku je rovněž vysoký ($330\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny u hořčíku a vápníku na variantě s kompostem a bez aplikace kompostu – viz tab. 4. Příznivý vliv aplikace kompostu na obsah živin a chemismus půdy rovněž potvrzuje Jandák a kol. (17).

Závěr

Aplikace kompostu v kombinaci s minimalizačními technologiemi na zrnitostně středně těžkých kambizemích měla velmi pozitivní efekt jak na množství a kvalitu humusových látek, tak i na živinný režim. V porovnání s klasickou orbou došlo při použití minimalizačních technologií k vyššímu nárůstu obsahu živin a kvality humusových látek. Finanční náklady spojené s aplikací kompostu jsou sice vyšší (cca $100\ 000,-\ \text{Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$), ale předpokládá se návratnost formou snížení nákladů na protierozní opatření, zvýšení retenční schopnosti půdy a jejich fyzikálních, chemických a biologických vlastností a zvýšení úrody pěstovaných plodin.

Literatura

- (1) SMITH, O. H. – PETERSEN, G. V. – NEEDLEMAN, B. A. 2000. Environmental indicators of agroecosystems. *Advances in Agronomy* 69: 75 – 97.
- (2) GRANDY, A. S. – PORTER, G. A. – ERICH, M. S. 2002. Organic amendment and rotation crop effect on recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. *Soil Sci Soc. Amer. J.* 66: 1311 – 1319. ISSN 0361–5995.
- (3) ŠIMANSKÝ, V. – BAJČAN, D. – DUCSAY, L. 2013. The effect of organic matter on aggregation under different soil management practices in a vineyard in an extremely humid year. *Catena* 101 (2013):108–113.
- (4) WHELAN, A. – KECHAVARZI, C. – COULON, F. – SAKRABANI, R. – LORD, R. 2013. Influence of compost amendments on the hydraulic functioning of brownfield soils. *Soil Use and Management* 29 (2): 260–270. ISSN 0266–0032.
- (5) HŮLA, J. – PROCHÁZKOVÁ, B. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Praha, ProfiPress, 246s. ISBN 978–80–8626–28–1.
- (6) DUONG, T. T. T. – PENFOLD, C. – MARSCHNER, P. 2012. Differential effects of composts on properties of soils with different textures. *Biology and Fertility of Soils* 48 (6): 699–707. ISSN

0178–2762.

(7) PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. 2011. Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny. Uplatněná certifikovaná metodika. Brno. 39s. ISBN 978–80–7375–524–9.

(8) CULEK, M. a kol. 1995. Biogeografické členění České republiky, ENIGMA, Praha.

(9) NĚMEČEK, J. a kol. 2011: Taxonomický klasifikační systém ČR. Druhé upravené vydání. ČZU Praha. 2011. 94s. ISBN 978–80–213–2155–7.

(10) NELSON, D. W. – SOMMERS, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (eds.). Methods of soil analysis. Part 2. ASA, SSSA Publ., Madison, Wisconsin: 539–579.

(11) KONONOVÁ, M. M. – BĚLČIKOVÁ, N. P. 1963. Uskorenyj metod opredelenija sostava gumusa mineralnych počv. In: Organičeskoje veščestvo počvy. Moskva, 228–234.

(12) ORLOV, D. S. 1985. Chimija počv (Soil Chemistry). Moskva, MGU, 376 s.

(13) POSPÍŠILOVÁ, L. – TESAŘOVÁ, M. 2009. Organický uhlík obhospodařovaných půd. Acta Folia II. Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis 2009 (1): 41s.

(14) POSPÍŠILOVÁ, L. 2012. Nedegradační metody studia kvality přírodních humusových látek. Původní vědecká práce. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis 2012, 155s. ISSN 1803–2109.

(15) ZBÍRAL, J. – HONSA, I. a kol. 2010. Jednotné pracovní postupy: Analýza půd I, Brno, ÚKZÚZ, Národní referenční laboratoř, 3. vydání, přepracované a rozšířené, ISBN: 978–80–7401–031–6.

(16) ŠARAPATKA, B. – ČÁP, L. – BADALÍKOVÁ, B. – BARTLOVÁ, J. – POSPÍŠILOVÁ, L. – HYBLER, V. 2014. The influence of reduced tillage, subsoiling and ploughing systems on selected soil characteristics. Journal of Food, Agriculture and Environment 12 (2): 797 – 801. ISSN 1459–0255.

(17) JANDÁK, J. – POSPÍŠILOVÁ, L. – HYBLER, V. – VLČEK, V. 2014. Vliv půdních pomocných látek na fyzikální a chemické vlastnosti půdy. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. 89 s. VII. ISBN 978–80–7375–986–5.

*doc. RNDr. Lubica Pospíšilová CSc.
Mendelova Univerzita v Brně, Agronomická fakulta,
Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin,
Zemědělská 1, 602 00 Brno, Česká republika;
e-mail:pospisi1@mendelu.cz*

Dedikace

*Práce byla vypracována s podporou projektů
MZe ČR NAZV QJ 1210263 a IGA TP 2/2015:
Vliv selenu na kvalitu rostlinné a živočišné produkce
z pohledu zdravotní bezpečnosti.*