SOIL EXTRACTION BY HOT WATER AND CALCIUM CHLORIDE

EXTRAKCE PŮDY HORKOU VODOU A CHLORIDEM VÁPENATÝM

Nedvěd V., Balík J., Černý J.

Department of Agrienvironmental Chemistry and Plant Nutrition, Faculty of Agrobiology, Food and Natural Resources, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchdol, Czech Republic

E-mail: nedved@af.czu.cz, balik@af.czu.cz, cernyj@af.czu.cz

ABSTRACT

Our objective was to compare different soil extraction methods; hot water extraction and extraction by 0,01 M CaCl2 and to follow the changes in contents of nitrogen and carbon in longterm field experiment with different systems of fertilizing. Various systems of N fertilization strongly influenced the content and various forms of C and N in the soil. After the comparison of the evaluated treatments, the best results were obtained in both experiments in sewage sludge treatments. The application of sewage sludge gave the highest amounts of high-quality organic compounds. Hot water extraction method is stronger then 0.01 M CaCl2 extraction and provides long-term information about N mineralization in the soil whereas extraction by 0.01 M CaCl2 represent actual data of the content of easily mineralizable N compounds.

Key words: hot water extraction, extraction by 0,01 M $CaCl_2$, longterm field experiment, soil organic matter, mineralization

Acknowledgments: Příspěvek byl zpracován v rámci grantu NAZV 1G58027 a grantu CIGA 21140/1313/3150.

ÚVOD

Půdní organická hmota (soil organic matter, SOM), nositel půdní úrodnosti, se skládá z primární organické hmoty (POM) a humusu. POM má minimální kationovou výměnnou kapacitu, přeměňuje se v průběhu mineralizace (obsah POM se snižuje v důsledku uvolňování CO_2) a humifikace a je zdrojem energie pro půdní mikroorganismy (Kolář et al., 2000). Můžeme ji rozdělit na dvě části. První je relativně inertní (složitě uvolnitelná mineralizačním procesem), zatímco druhá je potencionálně mineralizovatelná a tato může být vyjádřena obsahem aktivního organického uhlíku (Körschens, 1980). V závislosti na stavu zásobení půdy může kolísat každoroční množství mineralizovatelného N z půdní organické hmoty (při jinak stejných podmínkách s ohledem na roční průběh povětrnostních podmínek) o více jak 100 %. Z tohoto důvodu je důležité znát množství dusíku, který může být v průběhu roku mineralizován z SOM a podle toho stanovit optimální dávku dusíkatého hnojení. U metody extrakce horkou vodou (Körschens., 1980), extrakce 0,01 M $CaCl_2$ (Houba et al., 1986) a EUF metodou (Nemeth et al., 1976) je snaha kromě obsahu minerálního dusíku využívat také údajů o obsahu dusíku v organických vazbách (N_{org}), který byl extrahován. V průběhu vegetace lze v průměru počítat přibližně s 60-120 kg $N.ha^{-1}$, které jsou uvolněny mineralizací organické hmoty. Výsledky dlouhodobých polních výsledků, které uvádějí Kubát et al. (1999) ukazují, že součásti půdní organické hmoty obsahující dusík, jsou více náchylné k rozkladu a mineralizaci než ty, které dusík neobsahují. Mineralizovatelné množství dusíku v půdě je v zásadě závislé na dvou faktorech. Prvním faktorem je množství mineralizovatelných dusíkatých sloučenin (kvantita N-Poolu). Přitom je zde velmi těsná souvislost s humusovým poolem, který Paul a Juma (1981) rozdělili do 3 skupin - aktivní fáze (nerozložená biomasa odumřelých mikroorganismů a zbytky rostlin, poločas rozpadu 77 týdnů), stabilizovaná fáze (poločas rozpadu cca 30 let) a pasivní fáze (poločas rozpadu cca 600 let). Druhým faktorem je aktivita mikrobiálních procesů (intenzita transformačních procesů). Mikrobiální aktivita a půdní úrodnost přitom spolu úzce souvisí, protože díky biomase mikroorganismů nastává mineralizace důležitých organických sloučenin a mobilizace důležitých makroprvků C, N a P (Ros et al., 2003).

Cílem tohoto sledování bylo porovnat spolu metody extrakce horkou vodou a extrakce 0,01 M $CaCl_2$ a sledovat změny v obsazích různých forem N a C v dlouhodobých pokusech s různými systémy N hnojení.

MATERIÁL A METODIKA

Stacionární dlouhodobý pokus byl založen na 2 pokusných pozemcích s rozdílnými půdně-klimatickými podmínkami v lokalitách Hněvčeves (hnědozem) a Humpolec (kambizem) v roce 1997. V rámci pokusu jsou střídány tři plodiny: brambory, pšenice ozimá a ječmen jarní. Pokus je uspořádán tak, že umožňuje pěstování všech plodin v každém roce zároveň (tab. 1). Hodnoty pH/CaCl2, obsah celkového uhlíku Ct a celkového dusíku Nt a obsah přijatelných živin stanovený dle Mehlich III (P, Mg, K) udává tabulka č. 2.

Tab.1. Schéma pokusu

varianta č.	hnojení	brambory	pšenice	ječmen
		kg N.ha-1		
1	kontrola	0	0	0
2	kal 1	330	0	0
3	kal 3	990	0	0
4	hnůj	330	0	0
5	N	120	140 (70+70)	70
6	N+sláma	120+5 t slámy	140 (70+70)	70

N v LAV 27,5 %

Organickými hnojivy bylo hnojeno pouze k první plodině v osevním sledu, proto u brambor je sledováno přímé působení organického hnojení, u ozimé pšenice a jarního ječmene působení následné. Kromě varianty 1 (kontrola) a varianty 3 (kal 3) bylo aplikováno za rotaci pěstovaných plodin 330 kg N.ha-1. Na variantě 6 bylo pod brambory zaoráno 5 t.ha-1 slámy ječmene. Dusík v minerálních hnojivech k ozimé pšenici byl aplikován ve dvou dílčích dávkách (70 kg N.ha-1 - regenerační dávka, 70 kg N.ha-1 - produkční dávka). U jarního ječmene byl N aplikován jednorázově před setím (70 kg N.ha-1). Pro potřeby pokusu jsou používány kaly z ÚČOV Praha.

Tab.2. Hodnota pH, obsah Ct, Nt a obsah přijatelných živin v roce 2005 na kontrolní variantě (Mehlich III)

				Mehlich III		
lokalita	pH/CaCl2	Ct (%)	Nt (%)	P (mg.kg^{-1})	Mg (mg.kg^{-1})	K (mg.kg^{-1})
Hněvčeves	5,9	1,65	0,13	101	132	165
Humpolec	5,1	2,29	0,18	99	120	185

Extrakce horkou vodou

Pro stanovení obsahu extrahovatelných forem dusíku a extrahovatelného organického uhlíku horkou vodou v půdě byla použita jemnozem. Zemina byla předem usušena na vzduchu při teplotě 40°C. 10 g zeminy bylo naváženo do 100 ml extrakční baňky se zpětným chladičem. Zemina byla zalita 50 ml destilované vody. Suspenze byla mírně vařena po dobu jedné hodiny. Po vychladnutí byly vzorky odstředěny (Körschens et al., 1980). Ve výluhu byl stanoven obsah $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NH_4^+$, obsah celkového extrahovatelného dusíku (N_{hws}) a extrahovatelného organického uhlíku (C_{hws}). Měření bylo provedeno segmentovou průtokovou analýzou s kolorimetrickým stanovením na přístroji SKALAR^{plus}System (fy Skalar, Holandsko).

Extrakce 0,01 M $CaCl_2$

Pro stanovení minerálního N ($N_{minCaCl2}$) a celkového extrahovatelného dusíku (N_{CaCl2}) v půdě byla použita vlhká zemina. Jako extrakční činidlo byl použit 0,01 M $CaCl_2$ (Houba et al., 1986). 10 g zeminy bylo vyluhováno ve 100 ml extrakčního činidla. Po 2 hodinách třepání byly půdní výluhy odstředěny. Ve výluhu byl stanoven obsah $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NH_4^+$, obsah celkového extrahovatelného dusíku (N_{CaCl2}) a extrahovatelného organického uhlíku (C_{DOC}). Měření bylo provedeno segmentovou průtokovou analýzou s kolorimetrickým stanovením na přístroji SKALAR^{plus}System (fy Skalar, Holandsko).

Celkové obsahy N_t a C_t byly stanoveny oxidací na přístroji LECO CNS 2000. Pro analýzy půd byly použity odběry provedené po sklizni pšenice v roce 2003, 2004 a 2005.

VÝSLEDKY A DISKUZE

V tabulce 3 je znázorněn podíl extrahovatelného N_{hws} a N_{CaCl2} z celkového obsahu N_t a podíl C_{hws} a C_{DOC} z celkového obsahu C_t jako průměry ze sledovaných variant. Po přepočtu na hmotnost ornice.ha^{-1} při hloubce ornice 25 cm jsme získali následující hodnoty: v Hněvčevsi (hnědozem) činí množství N_{hws} 274,0 kg.ha^{-1} a N_{CaCl2} pouze 74,0 kg.ha^{-1} u C_{hws} to je pak 2293,0 kg.ha^{-1} a 183,0 kg.ha^{-1} C_{DOC}. V Humpolci (kambizem) je v ornici obsaženo 409,7 kg N_{hws}.ha^{-1} a 80,5 kg N_{CaCl2}.ha^{-1} resp. 2999,0 kg C_{hws}.ha^{-1} a 244,0 kg C_{DOC}.ha^{-1}. Tyto výsledky poukazují na vyšší mineralizaci organické hmoty na kambizemi a jsou v souladu s výsledky Kubát et. al (2003), kteří zkoumali obsah celkového a rozložitelného uhlíku na více než 140 stanovištích v České republice.

Při extrakci horkou vodou (tab. 4) byly naměřeny nejvyšší obsahy sledovaných frakcí v kambizemi na variantě kal3: 44,2 ppm $N_{min(hws)}$ a 90,7 ppm $N_{org(hws)}$ (varianta kal1), 133,9 ppm N_{hws} ($N_{min(hws)}$+$N_{org(hws)}$) a 887,9 ppm C_{hws}. Extrakcí 0,01 M $CaCl_2$ (tab.5) byl nejvyšší obsah $N_{min(CaCl2)}$ a N_{CaCl2} ($N_{min(CaCl2)}$+$N_{org(CaCl2)}$) stanoven v kambizemi na variantě kal3 (24,9, resp. 32,4 ppm). Nejvyšší obsah 9,8 ppm $N_{org(CaCl2)}$ byl zaznamenán na variantě hnůj a stejně tak obsah C_{DOC} 80,3 ppm opět v kambizemi.

Sledované varianty s různými systémy N hnojení výrazně ovlivňují obsah a různé formy C a N v půdě, nicméně nelze opomenout významný vliv rozdílných půdně-klimatických podmínek. To potvrzují Garau et al. (1986), kteří zjistili ve svém pokusu, že půdní typ byl nejdůležitější faktor ovlivňující mineralizaci N, dále bylo rozhodující aplikované množství hnojiv a až poté jejich vlastnosti. Při porovnání sledovaných variant hnojení vychází na obou stanovištích nejlépe aplikace čistírenských kalů, která zanechává v půdě nejvyšší množství kvalitních organických látek, avšak varianta kal 1 a hnůj poskytují srovnatelné výsledky.

Extrakce horkou vodou je silnější extrakční metoda než extrakce 0,01 M $CaCl_2$, což potvrzuje i srovnání dat z tabulek 4 a 5. Toto je způsobeno tím, že při extrakci horkou vodou je extrahována odumřelá mikrobiální půdní biomasa, jednoduché organické látky a dále látky, které jsou hydrolyzovatelné nebo depolymerizovatelné v podmínkách extrakce horkou vodou, zatímco při extrakci 0,01 M $CaCl_2$ jsou uvolňovány pouze nitrátové a amonné ionty (také nitritové) z půdního roztoku a půdního sorpčního komplexu a velmi lehce rozpustný organický uhlík a dusík. Z toho lze usoudit, že extrakce horkou vodou nám podává výhledově dlouhodobější informace o mineralizaci N v půdě a naopak extrakce 0,01 M $CaCl_2$ nám udává aktuální údaj o obsahu snadno přístupných sloučenin N.

Tab. 3. Podíl (v %) N_{hws} a N_{CaCl2} z celkového obsahu N_t; podíl (v %) C_{hws} a C_{DOC} z celkového obsahu C_t (průměr ze sledovaných variant)

	N_{hws}	N_{CaCl2}	C_{hws}	C_{DOC}
hnědozem	3,31	0,90	4,59	0,37
kambizem	4,17	0,82	3,86	0,31

Tab. 4. Extrakce půdních vzorků horkou vodou na hnědozemi a kambizemi (průměr za období let 2003 – 2005 v jednotkách ppm)

stanoviště		hnědozem				kambizem			
č.v.	varianta	$N_{min(hws)}$	$N_{org(hws)}$	N_{hws}	C_{hws}	$N_{min(hws)}$	$N_{org(hws)}$	N_{hws}	C_{hws}
1	kontrola	16,9	48,2	65,0	573,0	19,7	74,1	93,8	718,1
2	kal1	19,9	55,0	74,9	635,4	35,3	90,7	126,0	868,6
3	kal3	26,1	61,1	87,2	727,1	44,2	89,7	133,9	887,9
4	hnůj	16,7	55,2	72,0	642,6	27,1	76,7	103,8	769,2
5	N	19,5	48,4	68,0	541,3	24,4	69,0	93,4	716,8
6	N+sláma	20,9	49,7	70,6	549,1	29,0	75,6	104,7	838,0

Tab. 5. Extrakce půdních vzorků 0,01 M $CaCl_2$ na hnědozemi a kambizemi (průměr za období let 2003 – 2005 v jednotkách ppm)

stanoviště		hnědozem				kambizem			
č.v	varianta	$N_{min(CaCl2)}$	$N_{org(CaCl2)}$	N_{CaCl2}	C_{DOC}	$N_{min(CaCl2)}$	$N_{org(CaCl2)}$	N_{CaCl2}	C_{DOC}
1	kontrola	18,6	5,6	24,2	55,8	10,5	5,1	15,6	49,5
2	kal1	11,7	5,8	17,5	48,0	10,8	6,8	17,6	48,8
3	kal3	18,3	6,5	24,9	58,1	24,9	7,6	32,4	79,6
4	hnůj	10,9	5,4	16,3	45,0	12,3	9,8	22,0	80,3
5	N	13,1	4,3	17,3	45,1	10,5	6,3	16,8	54,2
6	N+sláma	15,0	3,4	18,4	40,9	15,8	8,4	24,3	77,3

ZÁVĚR

Extrakce horkou vodou je vhodná metoda pro stanovení množství potenciálně mineralizovatelného dusíku v půdě. Při extrakci horkou vodou bylo mobilizováno 3,31 % z obsahu Nt v hnědozemi a 4,17 % z obsahu Nt v kambizemi. Obsah dusíku extrahovaného 0,01 M CaCl2 činí v hnědozemi pouze 27 % dusíku extrahovaného horkou vodou a v kambizemi pak pouze 20 %.

LITERATURA

Garau M. A., Felipo M.T., Ruiz de Villa M.C. (1986): Nitrogen mineralization of sewage sludge in soils. J. Environ. Qual., *15*: 225 – 228.

Houba V.J.G., Novozamsky I., Huybregts A.W.M. van der, Lee J.J. (1986): Comparision of soil extractions by 0,01 M $CaCl_2$, by EUF and some conventional extraction procedures. Plant. Soil. Environ., *96*: 433 – 437.

Körschens, M. (1980): Beziehungen zwischen Feinanteil, C_t- und N_t-Gehalt des Bodens. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. 24, 9: str. 582-592.

Nemeth, K. (1976): Die effektive und potentionelle Nährstvoffverfügbarkeit im Boden und ihre Bestimmung mit Elektro-ultrafiltration. Habilitationschrift Universität Giessen.

Kubát J., Nováková J., Cerhanová D., Apfelthaler R. (1999): Organic nitrogen cycle ammonification and nitrification activity in long-term field experiment. Rostl. Výr., *45*: 397 – 402.

Kubát J., Cerhanová D., Nováková J., Klement V., Čermák P., Dostál J. (2004): Total organic C and its decomposable part in arable soils in the Czech Republic. Arch. Agron. Soil Sci., *50*: 21 – 32

Paul E. A., Juma N. G. (1981): Mineralization and immobilization of soil nitrogen by microorganism. In: Clark F. E., Rosswal T. (eds.): Terrestrial nitrogen cycles. Ecology Bulletin *33*. Stockholm, Schweden: 179 – 195.

Ros, M., Herna´ndez, M.T., Garcı´a, C., 2003. Soil microbial aktivity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. Soil Biol. Biochem. 35: s. 463–469.