

# **BUFFERING ABILITY OF SOIL TYPES REGOSOL AND PHAEOZEMS**

**Martinec J.**

Department of Agrochemistry, Soil Science, Microbiology and Plant Nutrition, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemedelska 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xmartin9@node.mendelu.cz

---

## **ABSTRACT**

Buffering ability of soils is a significant soil property. It is an ability of soil to resist acids or bases entering the soil environment and maintain the soil pH within optimum limits.

The aim of the present thesis was to monitor different buffering ability of selected soil types and find significant correlations with other chemical properties of soil. The selected soil types included regosols (RG) and phaeozems (PH). Other monitored soil properties included pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl, Cox, Q4/6.

Samples of individual soil types were collected in eight localities largely with arable soil. The soil samples were taken at depths equivalent to the depth of topsoil.

The results of the monitoring show a considerable diversity of buffering ability of soil depending on soil type. Phaeozems has the highest buffering ability to acids while regosols has the lowest. Regosols, on the other hand, has the best ability to buffer bases, while phaeozems has the worst.

**Key words:** soil, buffering ability, chemical soil properties

**Acknowledgments:** This study was supported by the Research plan No. MSM6215648905 "Biological and technological aspects of sustainability of controlled ecosystems and their adaptability to climate change", which is financed by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

## ÚVOD

Plumivost půdy je její schopnost udržovat svou reakci (pH) při přidávání roztoků kyselin nebo zásad. Je tak jedním z předpokladů trvale udržitelného hospodaření na intenzivně i extenzivně obhospodařovaných půdách (PLÁT A KOL., 2008).

Díky tomu patří nejen mezi důležité půdní, ale i ekologické vlastnosti. Půdy s vysokou pufovitostí představují optimální stanoviště pro rostliny, neboť mají stabilnější chemické vlastnosti (DYKÝJOVÁ, 1989).

Tato schopnost závisí na celé řadě faktorů. Mezi nejdůležitější řadíme obsah a kvalitu koloidní frakce, stupeň nasycení sorpčního půdního komplexu, obsah karbonátů, množství organické hmoty a její kvalita apod. U vzorků zemin s velkou ústojností se výsledné pH po přidání kyselin či zásad prakticky téměř nemění, ale u vzorků zemin s malou ústojností je třeba velké opatrnosti při aplikaci fyziologicky kyselé či zásadité působících průmyslových hnojiv (JANDÁK A KOL., 2003).

Naším cílem bylo sledování dvou rozdílných půdních typů (regozem a černice), měření jejich puфраční síly a hledání významných statistických korelací mezi jednotlivými půdními vlastnostmi. Dalšími sledovanými půdními vlastnostmi byly: pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl, C<sub>ox</sub>, Q<sub>4/6</sub>, půdní zrnitost, resp. množství jílnatých částic (částice menší než 0,01 mm).

## MATERIÁL A METODIKA

Vzorky jednotlivých půdních typů byly odebrány celkem na 8 lokalitách, na území České republiky. Vždy se jednalo o ornou půdu a byly odebírány z profilu odpovídajícího mocnosti ornice, tedy hloubky jejího základního zpracování.

Odebraly se 4 vzorky půdního typu regozem (RG) a 4 vzorky půdního typu černice (CC). Následovalo jejich sušení a prosévání přes 2 mm síto dle pokynů uvedených v metodice pracovních postupů (ZBÍRAL A KOL., 1997). Vzniklá jemnozem pak již byla využívána k jednotlivým analýzám.

Stanovení **aktivní** půdní reakce (pH/H<sub>2</sub>O) - zjišťujeme potenciometrickým měřením koncentrace H<sup>+</sup> ve vodní suspenzi. Tato forma kyselosti se nejvíce vyskytuje v půdách odvápněných, sorpčně nenasyčených s vysokým podílem adsorbovaných iontů H<sup>+</sup> a Al<sup>3+</sup>.

Stanovení **výměnné** půdní reakce (pH/KCl) - draselnými ionty se vytěsní ionty vodíku poutané sorpčním komplexem půdy a elektrometricky se změří výměnná reakce půdy (pH/KCl) (POKORNÝ A DENEŠOVÁ, 2005).

Stanovení **oxidovatelného uhlíku** (C<sub>ox</sub>) – oxidovatelný organicky vázaný uhlík v zemině se oxiduje kyselinou chromovou (dvojchromanem draselným) v prostředí nadbytku kyseliny sírové za definovaných podmínek. Nespotřebovaná kyselina chromová se stanoví titrací roztokem Mohrovy soli s vizuální indikací konce titrace (ZBÍRAL A KOL., 1997).

Stanovení **barevného indexu** (Q<sub>4/6</sub>) – hodnota barevného indexu Q<sub>4/6</sub> se vypočítá jako poměr absorbance huminových kyselin při vlnové délce 465 nm a 665 nm (POSPÍŠILOVÁ A TESAŘOVÁ, 2009).

Stanovení půdní **zrnitosti** - se provedlo pipetovací metodou, kde se půdní částice dispergují varem s alkalickým roztokem ( $\text{NaPO}_3)_6$  (ZBÍRAL A KOL., 1997).

Stanovení **pufrační schopnosti** - roztokem 0,5 molárního chloridu vápenatého se vytěsňují vodíkové ionty. K jednotlivým navážkám stejného půdního vzorku se přidává stoupající množství NaOH (do jedné řady) a stoupající množství HCl do druhé řady. Stanovené hodnoty pH jednotlivých vzorků se vynesou do grafu proti danému množství HCl a NaOH a spojí se do titračních křivek.

Totéž se provede se vzorky mořského písku jako standardu. Plocha sevřená křivkou pH půdního vzorku a písku udává hodnotu tlumivosti (obvykle se tlumivost vyjádří plošně v  $\text{cm}^2$ ) (JANDÁK A KOL., 2003).

Získáváme tak celkem pět indikátorů tlumivosti, kdy první tři jsou uvedeny v  $\text{cm}^2$ . Je to pufovitost vůči kyselinám (AP), pufovitost vůči bazím (BP), celková tlumivost ( $\text{TP} = \text{AP} + \text{BP}$ ). Dalším, tentokrát bezrozměrným ukazatelem, je acido-bazický index pufovitosti ( $\text{ABIP} = \text{AP} / \text{BP}$ ). A posledním kritériem je acido-totální index pufovitosti ( $\text{ATIP} = (\text{AP}/\text{TP}) \cdot 100$ ), který se udává v procentech.

Vše bylo statisticky vyhodnoceno na základě jednofaktorové analýzy variance.

## VÝSLEDKY A DISKUZE

### Aktuální půdní reakce

Z analýzy jednofaktorové analýzy variance vyplývá, že mezi půdním typem černice a regozem nebyl nalezen v ornici statisticky průkazný rozdíl. Nejvyšší průměrná hodnota byla zjištěna u půdního typu černice, kde se pohybovala kolem 7,4 jak uvádí tabulka 1. Toto podle HASLBACHA A VACULÍKA (1976) odpovídá neutrálnímu pH. Naopak zjištěná průměrná hodnota u regozemí je nižší (6,2) a odpovídá slabě kyselé aktuální půdní reakci.

### Výměnná půdní reakce

U tohoto ukazatele, stejně jako u předchozího, nebyl nalezen statisticky průkazný rozdíl mezi půdními typy. Opět vyšší průměrné hodnoty pH bylo dosaženo u půdního typu černice (6,6). Odpovídá to opět neutrální výměnné půdní reakci. Podobně jako u aktuální půdní reakce se liší výměnná kyselost u regozemí, kde hodnoty jsou nižší. Průměrná hodnota činila 5,1, což odpovídá kyselé půdní reakci a je znakem nenasyceného sorpčního komplexu převážně dvojmocnými kationy.

Výsledné půdní reakce korespondují s výsledky celé řady literárních zdrojů. Půdní reakce se u černice pohybuje v rozmezí od neutrální až po slabě alkalickou a u regozemí je zpravidla kyselé (TOMÁŠEK, 2000).

### Oxidovatelný uhlík ( $\text{C}_{\text{ox}}$ )

U oxidovatelného organicky vázaného uhlíku, který se v zemině oxiduje chrom-sírovou směsí, byl v ornici nalezen statisticky průkazný rozdíl mezi půdními typy. U černice byla tato hodnota podstatně vyšší nežli u regozemí. Černice dosáhly průměrné hodnoty 2,3 a regozemě 1,1. To podle SIROVÉHO A KOL. (1967) odpovídá v prvním případě vysokému a ve druhém nízkému obsahu.

Zajímavou se, ale stává klasifikace podle KUTÁLKA (1978 IN JANDÁK A KOL., 2003), který kromě obsahu  $C_{ox}$ , přihlíží při klasifikaci tohoto parametru i k půdní textuře. Konečná klasifikace pak u obou půdních typů odpovídá – středně humózním půdám. A to i přes to, že se výrazně obsahem  $C_{ox}$  liší.

Vyšší obsah  $C_{ox}$  u černice lze vysvětlit převažujícími humifikačními procesy jimiž je organická hmota v půdě transformována až na trvalý humus. Naopak u regozemí vstupuje organická hmota do procesů intenzivní mineralizace. Podstatnou roli při těchto transformačních dějích samozřejmě hrají půdotvorné procesy, kdy u černice jsou tyto významně ovlivněny hladinou podzemní vody a naopak u regozemí hraje významnou roli velké provzdušnění půdy (NĚMEČEK A KOL., 1990).

### **Barevný index ( $Q_{4/6}$ )**

Mezi průměrnými hodnotami jednotlivých půdních typů nebyl nalezen statisticky průkazný rozdíl v tomto ukazateli. Nicméně u černice byly mnohem nižší hodnoty nežli u regozemí, což svědčí o větší kvalitě humusu a koresponduje tak s celou řadou autorů.

U černice byla dosažena průměrná hodnota 3,83 což lze hodnotit jako kvalitní organickou hmotu. Pokud bychom tento ukazatel převedli na ukazatel HK/FK tak by se hodnota blížila 1. Naopak u regozemí jsou hodnoty vysoké (6,45), čili jedná se o méně kvalitní organickou hmotu. Po převedení tohoto ukazatele na HK/FK by hodnoty odpovídaly přibližně 0,43.

### **Půdní textura**

Pipetovací metodou jsme získaly celou škálu jednotlivých půdních frakcí, ale pro naše účely jsme si vybrali frakci menší nežli 0,01 mm, tzv. jílnaté částice. U tohoto ukazatele jsme našli statisticky průkazný rozdíl mezi průměrnými hodnotami černice a regozemě. S tím, že černice dosahovaly průměrné hodnoty 43,1 % jílnatých částic a podle Novákovi klasifikace je tak řadíme mezi hlinité zeminy, resp. středně těžké půdy (viz tabulka 1).

Naopak regozemě všeobecně patří mezi lehké půdy a tak hodnota 10,9 %, která je téměř 4x nižší nežli u černice skutečně odpovídá všeobecně známým faktům. Podle Novákovi klasifikace ji tedy zařadíme do kategorie hlinitopísčité zemina.

Již z těchto výše popsaných ukazatelů by se dala do jisté míry předpovídat puфраční síla a schopnost půdy.

### **Puфраční schopnost půdy proti kyselinám (AP)**

Rozdíly mezi průměrnými hodnotami tohoto ukazatele byly mezi půdními typy statisticky průkazné viz tabulka 1. V tomto ukazateli puфrovitosti je rozdíl mezi půdními typy nejmarkantnější. Schopnost tlumit přísun kyselin do půdy je u černice obrovský. Dosáhlo se průměrné hodnoty 32,53 cm<sup>2</sup>. Naopak regozemě mají tuto schopnost velmi malou a v porovnání s černicemi téměř 5x nižší.

Tomuto výsledku nám již napovídá kyselější aktuální i potenciální půdní reakce u regozemí. Dále pak nižší obsah a kvalita humusu a menší obsah jílnatých částic. Z tohoto se dá usuzovat že černice mají mnohem vyšší kationtovou výměnou kapacitu a to se sorpcí dvojmocných bazických kationů v sorpčním komplexu.

Naopak jednou z hlavních příčin tak nízké hodnoty AP u regozemí je malý obsah koloidů a málo organické hmoty o nízké kvalitě. Tedy i sorpční komplex, který místo dvojmocnými kationy bude nasycen ionty vodíku, popř. hliníku aj.

### **Pufrační schopnost půdy proti zásadám (BP)**

Tento ukazatel nebyl jako jediný z ukazatelů pufrovitosti statisticky průkazný. Přesto u černice se opět našla vyšší schopnost tlumit přísun bazických iontů nežli u regozemí. Toto lze pravděpodobně opět velmi dobře vysvětlit vyšší sorpční schopností černice, které dosáhli u BP ukazatele 27,51 cm<sup>2</sup>.

Regozemě ovšem také dobře tlumí přísun bazí, dosáhli téměř 21 cm<sup>2</sup>. Významnou roli zde pravděpodobně hraje nenасыený sorpční komplex, kdy například přísun vápníku do půdy je dobře kompenzován vodíkem, který se z něho uvolňuje.

### **Celková (totální) pufrační schopnost půdy proti kyselinám a zásadám (TP)**

Tento ukazatel vyšel opět statisticky průkazný, tzn. že mezi průměrnými hodnotami u půdního typu černice a regozem se našel statisticky významný rozdíl, ve kterém se tyto půdní typy liší.

Černice se vyznačuje hodnotou 60 cm<sup>2</sup> a je to tedy více nežli 2x vyšší tlumící schopnost nežli u regozemí (27,76 cm<sup>2</sup>).

### **Acido-bazický index pufrovitosti (ABIP)**

Tento ukazatel kvality nám popisuje jaký tlumící charakter půda, vůči přísunu kyselin a bazí do půdy, vykazuje. Vyjadřuje kolikrát je tlumivost vůči kyselinám větší nebo menší než tlumivost proti bazím. Vypočítá se ze vztahu  $ABIP = AP/BP$  a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v bezrozměrných jednotkách. Dá se říci, že čím je tento ukazatel větší tak tím má tlumivost bazidnější charakter, tedy lépe odolává kyselinám nežli zásadám a naopak čím je tato hodnota nižší tak tím má naopak charakter acidoidnější a lépe tedy odolává bazím.

I v tomto ukazateli se našel statisticky významný rozdíl. U regozemí se průměrná hodnota pohybovala kolem 0,31, což se dá srovnat s ABIP glejů. Jedná se tedy v obou případech o silně acidoidní tlumící charakter (MARTINEC A POKORNÝ, 2008).

Hodnota černice se pohybovala kolem 1,3 a lze ji tedy svým charakterem spíše přiřadit k půdnímu typu fluvizem (1,4) jehož charakter je spíše slabě bazidní.

### **Acido-totální index pufrovitosti (ATIP)**

Pro ještě lepší a ucelenější hodnocení půdní pufrovitosti jsme zavedli ještě pátý ukazatel tzv. ATIP. Tento ukazatel kvality nám popisuje jaký tlumící charakter půda, vůči přísunu kyselin a bazí do půdy, vykazuje. Vyjadřuje jaký podíl má tlumivost vůči kyselinám na celkové tlumivosti půdy. Vypočítá se ze vztahu  $ATIP = (AP/TP)*100$  a hodnoty jsou uvedeny v procentech. Analogicky by se vypočítal jaký podíl má tlumivost vůči bazím na TP, ale jsou i jednodušší matematické vztahy jimiž se to dá zjistit.

Tento ukazatel byl statisticky průkazný. U černice se na celkové tlumivosti podílí z cca 53 % tlumivost vůči kyselinám (AP) a tedy ze 47 % tlumivost vůči bazím (BP). U regozemí se na TP podílí z 22,5 % AP a zbytek do 100 % se podílí ukazatel BP.

S půdními charakteristikami acido-bazického (ABIP) a acido-totálního (ATIP) indexu pufovitosti jsme se doposud v literatuře nesetkali, ale přesto je lze považovat za velmi důležitý ukazatele. Kdy ukazatelé tlumivosti půdy jako je AP, BP, TP nás informují o kvantitativních vlastnostech půdy, tak ABIP a ATIP nám popisuje kvalitativní stránku tohoto parametru. Jinými slovy nám řekne jaký tlumící charakter půda vykazuje vůči kyselinám a bazím a lépe tak charakterizuje pufovitosť jako celek.

Tab. 1 Průměrné hodnoty jednotlivých půdních ukazatelů v ornici a jejich statistická průkaznost

Půdní typ	pH/H <sub>2</sub> O	pH/KCl	C <sub>ox</sub>	Q <sub>4/6</sub>	Textura (%)	Ukazatelé pufovitosti				
					< 0,01 (mm)	AP (cm <sup>2</sup> )	BP (cm <sup>2</sup> )	TP (cm <sup>2</sup> )	ABIP	ATIP (%)
Černice (CC)	7,4	6,6	2,3	3,83	43,1	32,53	27,51	60,04	1,34	53,29
Regozem (RG)	6,2	5,1	1,1	6,45	10,9	6,82	20,93	27,76	0,31	22,46
Statistická průkaznost	0	0	x	0	x	x	0	x	x	x

x – statisticky průkazný rozdíl,  $\alpha = 0,05$ ; 0 – statisticky neprůkazný rozdíl,  $\alpha = 0,05$

## ZÁVĚR

Potvrdilo se, že pufrační schopnost půd je důležitý půdní, ale i ekologický ukazatel, který nestačí charakterizovat pouze kvantitativními ukazateli (AP, BP, TP), ale je třeba doplňovat parametry kvalitativními (ABIP, ATIP). Proto nestačí stanovit pouze velikost pufrační schopnosti, ale je třeba určit i její charakter.

Mezi sledovanými půdními typy se zjistila rozdílná pufrační síla, ale i její rozdílný charakter. Černice se vyznačovala lepší tlumící schopností vůči kyselinám i bazím. A tlumící charakter černice se tak může řadit mezi slabě alkalické. Naopak regozem reagovala na přísun kyselin a bazí silně acidoidně.

## LITERATURA

DYKYJOVÁ D. A KOL. (1989): Metody studia ekosystémů. Academia Praha, 690 s. ISBN 21- 046-89.

HASLBACH J., VACULÍK R. (1980): Půdoznalství. VŠZ Brno. 159 s.

JANDÁK J. A KOL. (2003): Cvičení z půdoznalství. Ediční středisko MZLU Brno, 92 s. ISBN 80-7157-733-2.

MARTINEC J., POKORNÝ E. (2008): Buffering ability of selected soil types. In: Zborník MendelNet'08 Agro, MZLU, Brno. ISBN 978-80-7375-239-2.

NĚMEČEK J. A KOL. (1990): Pedologie a paleopedologie. Academia Praha, 546 s. ISBN 80-200-0153-0.  
 PLÁT V., HORÁČEK J., ČECHOVÁ V., HŘEBEČKOVÁ J. (2008): Vliv přídatku humusových látek

na pufrální schopnost kambizemě a luvizemě. In: Sborník příspěvků, Půda v moderní informační společnosti. VÚPOP Bratislava, s. 623-627. ISBN 978-80-89128-44-0.

POKORNÝ E., DENEŠOVÁ O. (2005): Aktuální a potenciální vlastnosti orných půd střední Moravy. Ediční středisko MZLU Brno, 77 s. ISBN 80-7157-889-4.

POSPÍŠILOVÁ L., TESAŘOVÁ M. (2009). Organický uhlík obhospodařovaných půd. Folia, roč. II, MZLU Brno, 42 s. ISSN 1803-2109.

SIROVÝ VL., FACEK ZB., POSPÍŠIL FR., KULÍKOVÁ A., JAVORSKÝ P., KALAŠ V. (1967): Průzkum zemědělských půd ČSSR, III. díl. MZV Praha, 92 s.

TOMÁŠEK M. (2000): Půdy České republiky. ČGÚ Praha, 68 s. ISBN 80-7075-403-6.

ZBÍRAL J., HONSA I., MALÝ S. (1997). Jednotné pracovní postupy. ÚKZÚZ Brno, 150 s.