

COMPARISON OF THREE DIFFERENT METHODS USED FOR DETERMINING AVAILABLE FORMS OF PHOSPHORUS IN SOILS

SROVNÁNÍ TŘÍ RŮZNÝCH METOD PRO STANOVENÍ MOBILNÍCH FOSFOREČNANŮ V PŮDĚ

Kulhánek M., Balík J.

Katedra agrochemie a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 957, 165 21 Praha 6 – Suchbát

E-mail: kulhanek@af.czu.cz, balik@af.czu.cz

ABSTRACT

The amount of available phosphorus in soil was observed at 13 CISTA sites. These are long-term fertilizing sites with different soil-climatic conditions. Four different fertilizing systems were compared to a control variant. Mehlich-3, CAL and Doppel-Lactat methods were used for phosphorus determination. Very close correlations between compared methods were observed. The positive influence of organic and mineral fertiliser application on the amounts of available phosphorus was observed.

Keywords: available phosphorus, soil, Mehlich 3, CAL, Doppel-Lactat

ABSTRACT

Obsah mobilních fosforečnanů v půdě byl sledován na 13 stanovištích ÚKZÚZ. Jedná se o dlouhodobé výživářské pokusy v různých půdně klimatických podmínkách. Byly zde porovnávány 4 různé systémy hnojení proti kontrolní variantě. Pro stanovení byly použity metody Mehlich 3, CAL a Doppel-Lactat. Mezi sledovanými metodami byly zjištěny těsné korelace. Potvrdil se rovněž pozitivní vliv dlouhodobé aplikace organických i minerálních hnojiv na obsah mobilních fosforečnanů v půdě.

Keywords: mobilní fosfor, půda, Mehlich 3, CAL, Doppel-Lactat

ÚVOD

K mobilnímu (přijatelnému) fosforu patří různé sloučeniny - formy půdního fosforu, které se účastní stabilizace rovnovážného děje mezi pevnou a kapalnou fází půdy (Macháček, 2002). Bezprostředně přijatelný fosfor je neustále doplňován méně přijatelným fosforem prostřednictvím rozpouštění, desorpce a mineralizace organického P (Tiessen a Moir, 1993). Na odběru rostlinami se tak mohou podílet téměř všechny frakce fosforu v půdě převedené do podoby fosforečnanových iontů. V kyselých půdách přitom převládá aniont H_2PO_4^- a v alkalických půdách HPO_4^{2-} (Blume et al., 2002, Mengel, 1991). Podíl mobilních forem přístupného fosforu v půdách značně kolísá a pohybuje se od 10 až do 100 mg P.kg⁻¹ zeminy (Marschner, 1995).

Podle McGechan a Lewis (2002) je studie přijatelnosti fosforu komplikována tím, že P dodaný v hnojivech může být na rozdíl od nitrátů dlouhodobě sorbován a často má tendenci pohybovat se půdou v koloidní formě nebo v drobných částicích.

Metody pro stanovení přijatelného fosforu v agronomické praxi ve skutečnosti neměří celkově rostlinám přijatelný podíl P, ale jen určitou část, která je s rostlinám přijatelným fosforem nějakým způsobem spojena (Tiessen a Moir, 1993). Podle Sharpley (1985) závisí hladina standardního testu na tom, zda množství P extrahovaného jednotlivými testy odpovídá velikosti anorganického podílu. Tyto vztahy je nutno podle Tiessen a Moir (1993) sledovat na dlouhodobých pokusech s přidavky různých hnojiv.

V České republice, Slovenské republice a některých státech USA se v rámci agrochemického zkoušení půd stanovuje obsah přístupného fosforu metodou **Mehlich 3**, zejména díky její universálnosti (Zbíral a Němec, 1999, Macháček, 2000). Mehlich (1984) sestavil univerzální roztok, který umožňoval z jednoho výluhu stanovit přijatelné formy fosforu, draslíku, mobilní formy hořčíku a vápníku a některé mikroelementy (Cu, Zn, S, Fe, Al, Mn). Tento roztok nazvaný podle autora Mehlich 3 má následující složení: kyselina octová, fluorid amonný, dusičnan amonný, kyselina dusičná a EDTA (Halás a Gáborík, 2000).

K dalším metodám stanovení obsahu přijatelného fosforu patří extrakce **CAL**, doposud používaná především v Německu (Zbíral, 2001). Extrakční roztok vyvinutý Schüllerem (1969) se skládá z kyseliny octové, octanu vápenatého a mléčnanu vápenatého. Metoda CAL je díky vyšší koncentraci reagensů, vyšší pufrční schopnosti extrakčního činidla a menším poměru navážky půdy k činidlu méně ovlivňována přítomností karbonátů, a proto v alkalických půdách extrahuje více fosforu než Mehlich 3 (Zbíral, 2001).

V Evropě je pak rovněž populární extrakce **Doppel-Lactat** za použití mléčnanu vápenatého dle Egner et al. (1960) (Onken et al., 1980). Je založena na podobném principu jako metoda CAL. Fosfor je zde extrahován roztokem mléčnanu vápenatého a kyseliny chlorovodíkové. Nevýhodou této metody je, že selhává na karbonátových půdách (Zbíral, 2001).

MATERIÁL A METODIKA

Dlouhodobé pokusy Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského se nacházejí na 13 lokalitách v ČR v různých půdně klimatických oblastech (*Tab. 1*). V každé lokalitě byly na podzim roku 2003 po sklizni ječmene provedeny odběry ornice (hloubka 0-30 cm), vzorky byly usušeny na vzduchu, přesáty přes síto s otvory o velikosti 2 mm a následně analyzovány.

Tab. 1 Charakteristika pokusných míst ÚKZÚZ

Stanoviště	Výrobní oblast	Rok založení	Nadmoř. výška (m)	Průměrné roční		Půdní typ	Půdní druh
				srážky (mm)	teplota (°C)		
Horažďovice	bramborářská	1978	472	573	7,4	HP	hp
Chrastava	bramborářská	1977	345	798	7,1	HM	hp
Jaroměřice	bramborářská	1975	425	535	7,5	HM	h
Krásné Údolí	bramborářská	1977	645	605	6,1	HP	ph
Libějovice	bramborářská	1974	460	606	7,6	HM	ph
Lípa	bramborářská	1974	505	632	7,7	HP	ph
Staňkov	bramborářská	1981	370	511	7,8	HM	h
Svitavy	bramborářská	1981	460	624	6,5	HM	ph
Vysoká	bramborářská	1983	595	655	7,4	PG	h
Sedlec	řepařská	1972	300	581	8,4	ČM	h
Pusté Jakartice	řepařská	1979	290	650	8,0	HM	h
Uherský Ostroh	řepařská	1972	196	551	9,2	HM	h
Žatec	řepařská	1972	247	451	8,3	ČM	hj

Osevní postup polních zkoušek je uveden v Tab. 2. Organické hnojení ($40 \text{ t hnoje} \cdot \text{ha}^{-1}$) je aplikováno pravidelně v rámci osevního postupu k okopaninám (brambory, cukrovka).

Cílem pokusů je sledování dlouhodobých změn agrochemických vlastností půdy při různé intenzitě hnojení (Tab. 3) a porovnání výše uvedených metod pro stanovení různých forem fosforečnanů v půdě.

Tab. 2 Osevní postup pro jednotlivé výrobní oblasti (1998 – 2005)

Rok	Výrobní typ řepařský	Výrobní typ bramborářský
1998	oves – vojtěška	oves – jetel
1999	vojtěška	jetel
2000	pšenice ozimá	pšenice ozimá
2001	brambory rané	brambory rané
2002	pšenice ozimá	pšenice ozimá
2003	ječmen jarní	ječmen jarní
2004	cukrovka	brambory
2005	ječmen jarní	ječmen jarní

Tab. 3 Průměrné roční dávky živin ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Varianta č.	Varianta hnojení	Aplik. živiny pro r. 2003		
		N	P	K
1	konrola	0	0	0
2	hnůj (k okopaninám)	25	8	35
4	$\text{N}_2\text{P}_1\text{K}_2$ (+ hnůj k okopaninám)	58 (+25)	22 (+8)	59 (+35)
6	$\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$ (+ hnůj k okopaninám)	58 (+25)	34 (+8)	59 (+35)
7	$\text{N}_2\text{P}_3\text{K}_2$ (+ hnůj k okopaninám)	58 (+25)	50 (+8)	59 (+35)

Pro stanovení okamžitě přijatelných fosforečnanů byly provedeny extrakce pomocí demineralizované vody (Luscombe et al., 1979) a CaCl_2 (VDLUFA A 6.2.4.1.). Obsahy fosforu ve výluzích byly měřeny na přístroji SKALAR SAN^{PLUS} SYSTEM.

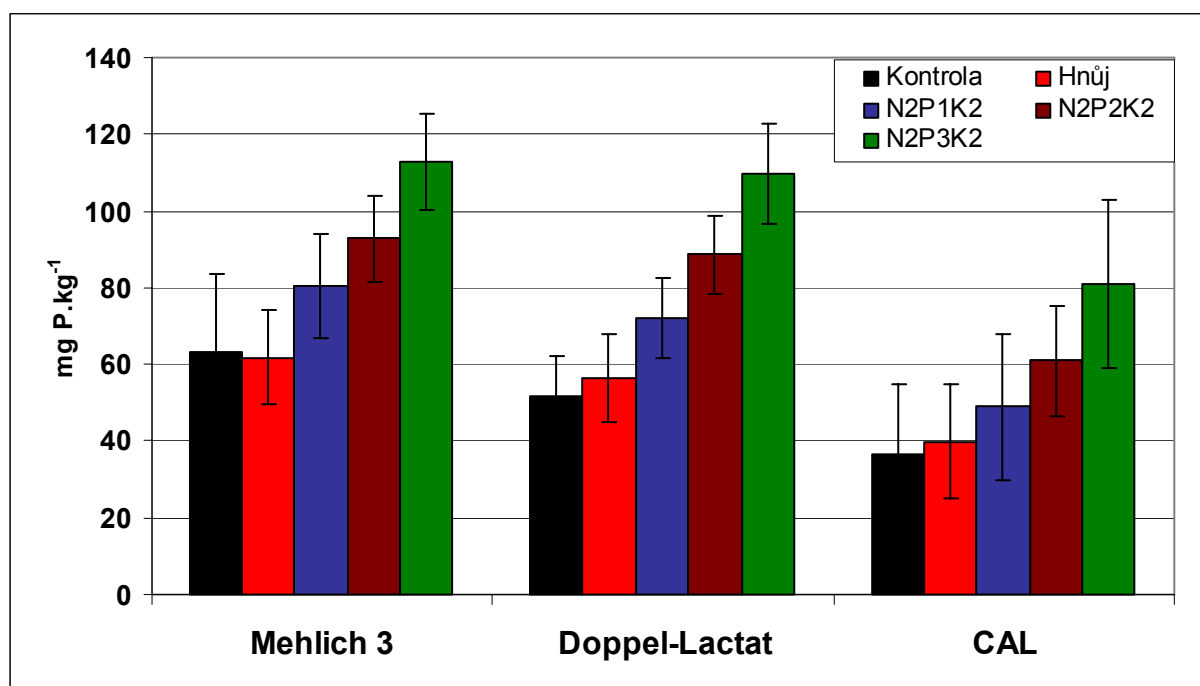
Pro stanovení mobilních fosforečnanů byly provedeny extrakce Doppel-Lactat (Egner et al., 1960), CAL (Schüller, 1969) a Mehlich 3 (Mehlich, 1984). Extrakty byly měřeny na přístroji SKALAR SAN^{PLUS} SYSTEM.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Z grafu 1 je patrné, že dlouhodobé hnojení má pozitivní vliv na obsah mobilních fosforečnanů v půdě. Nejvyšší množství bylo přitom zjištěno u varianty hnojené $58 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ($\text{N}_2\text{P}_3\text{K}_2$). V extraktech Mehlich 3 byl u této varianty naměřen průměrný obsah mobilních fosforečnanů $113 \text{ mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$ v Doppel-Lactat $110 \text{ mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$ a v CAL pak $81 \text{ mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$. Naopak nejméně mobilních fosforečnanů bylo zjištěno u kontrolní varianty. Nízké obsahy se vyskytovaly rovněž u varianty, kde byl aplikován pouze hnůj k okopaninám. U metody Mehlich 3 byl obsah P u kontrolní varianty dokonce vyšší než u varianty hnojené hnojem.

Při porovnání jednotlivých metod byly zjištěny těsné vzájemné korelace. Nejtěsnější vztah byl zjištěn mezi laktátovými metodami (CAL a Doppel-Lactat), kde korelační koeficient dosáhl hodnoty 0,86. To je způsobeno především podobným složením extrakčních činidel a tím i podobným principem extrakce. Těsné korelace jsou rovněž mezi laktátovými metodami a metodou Mehlich 3. Pohybují se shodně okolo hodnoty 0,75.

Graf 1 Obsah mobilních fosforečnanů zjištěný sledovanými metodami (průměr ze 13 stanovišť)



Při výpočtu rozdílů mezi kontrolou a nejvíce hnojenou variantou byla u všech metod zjištěna přibližně shodná hodnota 50 mg P.kg^{-1} ($\pm 5 \text{ mg.kg}^{-1}$). To svědčí rovněž o velmi těsném vztahu sledovaných metod. Potvrdily se výsledky Zbíral (2001), že metoda Mehlich 3 používá nejsilnější extraktant.

ZÁVĚR

Dlouhodobé hnojení má pozitivní vliv na obsah mobilních fosforečnanů v půdě. Nejnížší hodnoty byly naměřeny u varianty hnojené pouze hnojem a u kontrolní varianty, nejvyšší naopak při hnojení 58 kg P.ha^{-1} .

Byly zjištěny těsné vzájemné korelace mezi sledovanými metodami. Nejtěsnější vztah byl mezi metodami CAL a Doppel-Lactat ($r^2=0,86$) Metoda Mehlich 3 používá nejsilnější extrakční činidlo.

Tento příspěvek byl vypracován v rámci grantu NAZV QF 4160

LITERATURA

Blume H.-P., Brümmer G.W., Schwertmann U., Horn R., et al. (2002): Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde, Spektrum Akademischer Verlag, Stuttgart, 607 s., ISBN 3-8274-1324-9.

Egner H., Riehm H., Domingo W.R. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. 2.

Halás L., Gáborík Š. (2000): Porovnanie analýz pôd metódami Mehlich III a Mehlich II. Agrochémia, IV. (40), 21-24.

Macháček V. (2000): Určení podmínek pro použití Olsenovy metody pro stanovení přístupného fosforu na karbonátových půdách. Agrochémia, roč. IV. (40), 20 – 22.

Macháček V. (2002): Metody stanovení obsahu fosforu v půdách. Sborník z konference „Racionální použití hnojiv zaměřené na problematiku fosforu v rostlinné výrobě“, Praha KAVR , s. 46-49, ISBN 80-213-0957-1.

Marschner H. (1995): Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, San Diego CA, USA, 889 s., ISBN 0-12-473542-8.

McGechan M.B., Lewis D.R. (2002): Sorption of phosphorus by soil, part 1: Principles, Equations and Models. Biosystems Engineering, 82, 1-24.

Mehlich A. (1984): Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 15, 1409-1416.

Mengel K. 1991: Ernährung und Stoffwechsel die Pflanze. Gustav Fischer Verlag Jena. 466 s., ISBN 3-334-00310-8.

Onken A.B., Matheson R., Williams E. (1980): Evaluation of EDTA-extractable P as a soil test procedure. Soil Science Society of America Journal, 44, 783-786.

Schüller H. (1969): Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates im Böden. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 123, 48 – 63.

Sharpley A.N. (1985): Phosphorus cycling in unfertilized agricultural soils. Soil Science Society of America Journal, 49, 1527-1534.

Tiessen H., Moir J.O. (1993): Characterization of available P by sequential extraction. M.R. Carter, editor. Soil Sampling and Methods of Analysis, Lewis Publishers, Boca Raton FL. USA, 75-86.

Zbíral J. (2001): Porovnání extrakčních postupů pro stanovení základních živin v půdách ČR. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno 2001, ISBN 80-86051-69-2, 206 s.

Zbíral J., Němec P. (1999): Porovnání extrakčních postupů podle Mehlicha II a Mehlicha III pro stanovení přístupného fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku v půdách ČR. Rostlinná výroba, 45, 1-7.