

USE OF ION EXCHANGE RESIN FOR *IN SITU* ESTIMATION OF THE SOIL ORGANIC NITROGEN MINERALISATION

VYUŽITÍ IONTOMĚNIČŮ PRO TERÉNNÍ SLEDOVÁNÍ MINERALIZACE ORGANICKÝCH DUSÍKATÝCH LÁTEK V PŮDĚ

Vitásková J., Záhora J.

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

E-mail: vitasko0@node.mendelu.cz, zahora@mendelu.cz

ABSTRACT

The aim of the work was to formulate an empirical relationship between two different ways of applying ion exchange resin (IER) into the soil profile in the Podyjí National Park. IER were placed into two different covers, the first one was cylindrical stocking, made of fine polyamide mesh and the second one was flat PVC core covered with the same mesh. The cylindrical stockings were inserted into cylindrical holes (1.0 cm diameter) into soil profile at a 45° angle to a soil depth of 10 cm and flat PVC cores were inserted horizontally into the opened (much more disturbed) soil profile to a depth of 10 cm. On the basis of statistic inquiry we realised that the methods we used could not be substitute each other. There was the meaningful difference between the results, which is probably caused by the different rate of soil disturbances of these two techniques we used. Different disturbances affected soil microbial activities in different way and therefore various amounts of soil available nitrogen were trapped into IER.

Keywords: nitrogen availability, ion exchange resin

ABSTRAKT

Cílem práce bylo na základě experimentální práce formulovat určitý vztah mezi sorpcí minerálních forem dusíku na iontoměničích exponovaných v půdním profilu dvěma různými způsoby. Iontoměniče byly zapraveny do půdy jednak ve válcovitých polyamidových sáčcích a jednak v plochých válcovitých pouzdrech. Válcovité polyamidové sáčky byly vloženy do otvorů v půdě o průměru 1 cm pod úhlem 45° do hloubky 0-10 cm. Plochá válcovitá pouzdra byla zapravena do otevřeného půdního profilu vodorovně v hloubce 10 cm. Na základě statistického porovnání výsledků jsme zjistili, že data získaná těmito dvěma technikami nelze považovat za vzájemně zastupitelná. Průkazný rozdíl je pravděpodobně způsoben rozdílnou mírou narušení půdního prostředí, která má významný vliv na mikrobiální aktivitu dané půdy a tím i na množství dostupného dusíku zachyceného iontoměniči.

Klíčová slova: dostupnost dusíku, iontoměniče

ÚVOD

Dusík je živina prioritní pro výnos. Stává se tak velmi často limitujícím faktorem produktivity rostlin. Většina dusíku v půdě je však vázaná v organických vazbách, tedy pro velkou část rostlin nedostupná. Z těchto vazeb je dusík uvolňován mikrobiální mineralizací, která je jedním ze základních článků koloběhu dusíku v ekosystému. Jsou pro ni charakteristické dva hlavní procesy: proces amonizace a nitrifikace. Procesem amonizace je přeměňován půdní organický dusík na dusík amoniakální a ten následně nitrifikací na dusík nitrátový.

Pro odhad dostupnosti dusíku pro půdní biotické složky jsou v posledních dvou desetiletích hojně využívány metody výměny iontů na iontoměničích. Cílem práce bylo formulovat na základě experimentální práce určitý vztah mezi sorpcí minerálních forem dusíku na iontoměničích exponovaných ve válcovitých polyamidových sáčcích zapravených pod úhlem 45° do půdy a sorpcí minerálního dusíku na iontoměničích exponovaných v tenké vrstvě v určité půdní hloubce.

Práce byla součástí grantového projektu GA ČR reg. č. 206/02/0581: „Vztahy mezi dostupností živin, jejich využitím a úspěšnou expanzí dlouhostébelných trav do suchomilných travinných společenstev.“ a součástí etapy 03 výzkumného záměru AF MZLU (MŠMT 432100001).

MATERIÁL A METODIKA

Pokusy byly prováděny na čtyřech stanovištích, označených F, FN, A a AN, kde F označuje kontrolní parcelku s porostem dominantní kostřavy ovčí (*Festuca ovina*), FN parcelku s porostem dominantní kostřavy ovčí přihnojenou dusíkatým hnojivem, A označuje kontrolní parcelku s porostem dominantního ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*) a AN parcelku s porostem dominantního ovsíku vyvýšeného, která byla také přihnojena dusíkatým hnojivem. Hnojení bylo prováděno v pěti dílčích dávkách ročně v celkovém množství 50 kg čistého dusíku na hektar ve formě NH_4NO_3 .

Příprava iontoměničů pro expozici in situ

Iontoměniče byly odděleně (zvlášť katex a anex) vpraveny do obalů z polyamidové síťoviny UHELON (typ 130 T, velikost očka 42 μm) o průměru 10 mm a délce 140 mm. Zároveň byla naplněna plochá válcovitá pouzdra (disky) o vnitřním průměru 70 mm a výšce 5 mm, zhotovená z novoduru a uzavřená z obou stran polyamidovou síťovinou UHELON, smíšenými iontoměniči (katex : anex = 1:1). Používané iontoměniče vyrábí firma PUROLITE (katex – PUROLITE C100E, anex – PUROLITE A520E). Iontoměničové sondy byly třikrát opakovaně kondicionovány v 10% roztoku NaCl a mnohonásobně vymývány v destilované vodě. Takto připravené byly zapraveny do půdního profilu, do otvorů o průměru 1 cm vyhloubených speciálním bodcem, pod úhlem 45°. Plochá válcovitá pouzdra (disky), byla zapravena do odkryté stěny půdního profilu vodorovně v hloubce 10 cm.

Období expozice iontoměničů

Iontoměniče byly exponovány v půdním profilu ve třech po sobě jdoucích obdobích (vegetační sezóna roku 2002, vegetační klid 2002/2003 a vegetační sezóna roku 2003), vždy po stejné dlouhou dobu.

Analýza iontoměničů

Ionty NH_4^+ a NO_3^- byly z iontoměničů vytěsněny 10% roztokem NaCl. Amonné ionty byly stanoveny destilačně titrační metodou v alkalickém prostředí s MgO. Uvolňovaný amonný dusík byl jímán do indikátoru s HBO_2 . Následně byl destilát titrován HCl a spotřebované množství jsme přepočítali na množství $\text{NH}_4^+\text{-N}$. Nitrátové ionty byly stanovovány stejným způsobem po předcházející redukci Dewardovou slitinou.

Zpracování dat

Získaná data jsou prezentována graficky. Grafy zachycují množství $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) zachycená na iontoměničích ve sledovaných obdobích. Vzhledem k velkým rozdílům v naměřených hodnotách, které jsou typické pro půdní mikrobiální aktivity, jsme pro vyhodnocení zvolili medián, který daný soubor lépe charakterizuje.

K porovnání výsledků bylo využito programu STATGRAFIC. Průkaznost rozdílů mezi výsledky získanými odlišnými technikami zapravení iontoměničů byla stanovena na úrovni 95 % hladiny významnosti metodou analýzy variance.

VÝSLEDKY A DISKUZE

V naší práci jsme se zabývali porovnáním dvou odlišných způsobů měření hromadění anorganického minerálního dusíku na iontoměničích. O možnostech sorpce minerálních forem dusíku pomocí iontoměničových zrn exponovaných určitou dobu v propustných pouzdrech v intaktní půdě informují poprvé *Binkley a Matson* (1983). Později se ale objevují různé studie, které upozorňují na mnohé nevyjasněné otázky spojené s aplikací iontoměničů (např. *Kjonaas*, 1999).

Iontoměniče mohou o disponibilních frakcích anorganického dusíku podat velmi důležité informace. Přesto ale dosud není dostatečně vyjasněna míra vlivů, které určují množství zachyceného minerálního N na iontoměničích. Pokud vezmeme velikost akumulace minerálního dusíku na zrnech iontoměničů jako indikátor intenzity amonizace či nitrifikace, což je podle některých autorů možné (*Binkley a Matson*, 1983), můžeme říci, že rozdíly v intenzitách amonifikace a nitrifikace mezi porostem dominantní kostřavy ovčí (*Festuca ovina*) a mezi porostem dominantního ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*) byly měřitelné.

Naše vlastní metodická práce je vyústěním předchozích prací, které se zabývaly technikami zachytu minerálního dusíku na iontoměničích vůbec poprvé v České republice.

Ty byly prováděny na Ústavu agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin MZLU v Brně. Prvotní techniky zapravení iontoměničů vodorovně s úrovní povrchu půdy v robustnějších a kratších polyamidových sáčcích (viz. *Pokorná, 2000; Veselková, 2000; Macháčková, 2002*), vystřídaly techniky šetrnější, kdy nebylo nutno odkrývat stěnu půdního profilu a iontoměničové sondy byly aplikovány do půdy přímo z povrchu pod úhlem 45° v tenčích válcovitých polyamidových sáčcích o průměru 9 mm a délce 140 mm (viz. *Macháčková, 2002; Jašová, 2002*). Velkým nedostatkem obou u nás dosud použitých metod byla nemožnost přepočtu získaných hodnot na jednotku plochy. Z tohoto důvodu bylo nutno provádět souběžná měření mikrobiálních aktivit účastných na přeměnách dusíku i jinou metodou. Stávalo se však, že se míra intenzity záchytu minerálních forem dusíku na iontoměničích neshodovala s mírou čisté mineralizace měřené souběžně v identických podmínkách (*Pokorná, 2000*). Při hledání co nejvhodnější terénní metody popisující dostupnost dusíku v půdě se prakticky vždy jedná o kombinaci požadavků na co nejmenší narušení půdního prostředí a požadavků na přesnou interpretaci takto získaných výsledků.

Při formulování cílů práce jsme byli vedeni snahou využít cenné výsledky získané šetrnou metodou zapravení iontoměničových sond pod úhlem 45° do půdního profilu a přepočítat je na jednotku plochy. K tomu účelu jsme zvolili souběžnou aplikaci iontoměničů ve válcovitých polyamidových sáčcích pod úhlem 45° a aplikaci v plochých válcovitých pouzdrech vodorovně s povrchem půdy v hloubce 10 cm. Základní, a z praktického hlediska velmi důležitou otázkou pro nás bylo, zda je možné očekávat statisticky průkaznou shodu mezi výsledky získanými odlišnými technikami aplikace iontoměničů do půdního prostředí. Měření probíhalo ve dvou základních variantách pokusu a ve dvou odlišných úrovních vstupů N, tedy celkem ve čtyřech dílčích variantách. Varianty s přidavkem a bez přidavku dusíku jsme posuzovali odděleně vzhledem k možným odlišnostem zapříčiněným zvýšeným vstupem minerálního dusíku. Z hlediska možné budoucí interpretace jsme před vlastním statistickým posouzením výsledky z iontoměničových sond přepočítali třemi rozdílnými způsoby, a to na objem iontoměničů, na velikost styčné plochy mezi půdou a povrchem sondy a na kolmý průmět sondy do vodorovné roviny.

Při hodnocení všech variant jsme statisticky průkaznou shodu dat získaných oběma technikami zapravení zjistili v 50 % případů v případě porovnání na základě objemu iontoměničů, v případě porovnání na základě styčné plochy v 37,5 % případů a v případě porovnání na základě kolmého průmětu pouze v 25 % případů.

Tab. 1 Statistické vyhodnocení obsahů $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ a $\text{NO}_3^- - \text{N}$ pro zkoumané varianty metodou analýzy variance (ANOVA, $P < 0,05$)

x – průměr

SD – směrodatná odchylka

Hodnoty označené stejným indexem nejsou statisticky rozdílné při $P < 0,05$.

		Přepočet výsledků na objem aplikovaných iontoměničů		Přepočet výsledků na velikost styčné plochy mezi obalem sondy (disku) a okolní půdou		Přepočet výsledků na velikost kolmého průmětu sondy (disku) do vodorovné roviny	
		mg N.10 ml iontoměničů ⁻¹		mg N.100 cm ⁻²		mg N.100 cm ⁻²	
		Sondy	Disky	Sondy	Disky	Sondy	Disky
		x(SD)	x(SD)	x(SD)	x(SD)	x(SD)	x(SD)
F	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	1,17(0,45) ^a	3,77(2,89) ^b	3,20(1,23) ^a	2,88(1,90) ^a	12,98(4,98) ^b	5,76(3,80) ^a
	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	0,48(0,13) ^a	0,47(0,13) ^a	1,33(0,37) ^b	0,37(0,07) ^a	5,39(1,50) ^b	0,75(0,14) ^a
FN	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	4,44(3,02) ^a	17,22(10,44) ^b	12,13(8,27) ^a	14,67(9,41) ^a	49,30(33,60) ^a	29,33(18,82) ^a
	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	0,34(0,11) ^a	0,64(0,20) ^b	0,92(0,29) ^b	0,54(0,19) ^a	3,73(1,18) ^b	1,08(0,38) ^a
A	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	4,17(3,41) ^a	1,38(0,59) ^a	11,41(9,32) ^a	1,34(0,44) ^a	46,36(37,87) ^a	2,68(0,88) ^a
	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	0,36(0,10) ^a	0,31(0,09) ^a	0,98(0,27) ^b	0,31(0,07) ^a	3,98(1,12) ^b	0,61(0,15) ^a
AN	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	2,57(0,71) ^b	0,81(0,23) ^a	7,04(1,94) ^b	0,64(0,18) ^a	28,60(7,90) ^b	1,28(0,36) ^a
	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	0,40(0,08) ^a	0,48(0,18) ^a	1,08(0,23) ^b	0,38(0,14) ^a	4,39(0,93) ^b	0,75(0,29) ^a

ZÁVĚR

Statistickým posouzením získaných dat bylo potvrzeno, že není možné považovat data získaná různými technikami zapravení iontoměničů do půdy za vzájemně zastupitelná. Mezi oběma způsoby aplikace iontoměničů je značný rozdíl, který vyplývá z míry narušení půdního prostředí. Při porovnávání variant hnojených a nehnojených se tak nepřímě projevila vysoká citlivost iontoměničů na odlišný vnější podnět. Při dodání N do půdního prostředí došlo ještě k větší diferenciaci použitých technik. Zjistili jsme, že na hnojených variantách je vyšší procento statisticky významné rozdílnosti. Nemůžeme ovšem s jistotou vyvrátit zastupitelnost obou technik, bez dalšího opakování měření.

LITERATURA

Binkley, D., Matson, P. (1983): Ion exchange resin bag method for assessing forest soil nitrogen availability. Soil Sci. Soc. Am. J.: 47.

Jašová, P. (2002): Využití iontoměničů ke studiu intenzity mineralizace v půdě podhorské oblasti. [Diplomová práce]. Brno: MZLU.

Kjønnaas, O. J. (1999): Factors affecting stability and efficiency of ion exchange resins in studies of soil nitrogen transformation. – Comm. Soil sci. Plant Anal., 30: 2377-2397.

Macháčková, E. (2002): Role mikroorganismů při zpřístupňování dusíku pro rostliny v degradovaném lučním porostu. [Diplomová práce]. Brno: MZLU.

Pokorná, I. (2000): Intenzita amonizace jako indikátor kvality / zdraví půdy (výzkumná stanice Vatín). [Diplomová práce]. Brno: MZLU.

Veselková, K. (2000): Využití iontoměničů ke stanovení dostupnosti minerálního dusíku v lučních půdách. [Diplomová práce]. Brno: MZLU.