
INFLUENCE OF CARBON ON THE AVAILABILITY OF SOIL NITROGEN IN THE ALPINE MEADOW- A METHODOLOGICAL APPROACH

Kintl A., Záhora J., Tůma I.

Department of Agro Chemistry, Soil Science, Microbiology and Plant Nutrition, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

e-mail: xkintl0@mendelu.cz,

ABSTRACT

Alpine meadows which were naturally poor in nitrogen are thanks to anthropogenic atmospheric deposition of nitrogenous substance doped with this element excessively. Higher dotation of nitrogen into alpine ecosystems is projected even in the life manifestation of microbial association which react on these changes very sensitively.

Experimental works were done in the area of Salatín in Western Tatra region in these variations: control, also in variations with nitrogen load simulation and in variation with higher input of phosphorus.

The availability and movement of mineral nitrogen was monitored "in situ" method using ion exchangers. Nitrogen was taken by ion exchangers applied in probes without added nitrogen and in probes with added nitrogen in the form of cellulose.

By this method we could presume indirectly the disposition and intensity of microbial processes connected with mineralization and immobilization of nitrogenous substances depending on the availability of added nitrogen. Higher offer of nitrogenous substances lead to decrease in mineral nitrogen in soil, more in the ammonium form. Higher plant production and with it related higher offer of organic carbon in soil could then inhibit effectively the movement of nitrogen through the soil. From above mentioned we can deduce that present primary plant production does not allow life constituent of ecosystem absorb higher amount of nitrogen coming from the atmosphere. Flooding out the unused and surplus amount of nitrogen acidification the whole ecosystem and postpones its future possible regeneration.

Key words: soil nitrogen mineralization, alpine meadow, acidification

ÚVOD

Jednou z největších zátěží ohrožující v posledních desetiletích strukturu a fungování přirozených a polopřirozených ekosystémů jsou atmosférické depozice dusíkatých látek (NH_3 a NO_x) (Bobbink et al. 1998). Změna dostupnosti živin nasměřuje sukcesní vývoj zcela novým směrem (Kalač a Míka 1997). Alpské louky, jinak chudé na dusík, jsou díky antropogenní činnosti tímto prvkem nadměrně obohacovány. Vyšší dostupnost dusíku v alpských loukách se promítá i do aktivit mikrobiálních společenstev, které reagují na tyto změny velmi citlivě. Dusík je navíc živinou, jejichž transformace uvnitř ekosystému jsou téměř výlučně regulovány biologickými procesy (Záhora, 2001).

Výskyt zmíněného prvku nepřevyšující metabolické potřeby organismů je vysoce žádoucí. Výskyt ve vyšších koncentracích může působit jako stresující faktor pro život druhů, které citlivě reagují na změnu poměru přístupných živin v prostředí zejména C:N, který udává rychlost mineralizace organických zbytků. Mikroorganismy, stimulované nadbytkem dusíku, zvyšují vlastní metabolické aktivity. Zvýšená mikrobiální respirace představuje nebezpečí zvýšeného úbytku uhlíkatých látek v půdě. Jinými slovy, dusíkaté depozicemi zmenšují poměr C:N v půdní organické hmotě, čímž, se urychluje mineralizace organické hmoty.

Pokud je podíl C:N nižší, převládne mineralizace nad imobilizací a dusík může být z půdy vyplavován Skopcová (2005). Takto se alpské louky neustále ochuzují o uhlík a jeho dostatek neumožňuje zabudování deponovaného dusíku do organické hmoty a dochází k jeho ztrátám vyplavováním v podobě dusičnanů. Jsou to soli silné kyseliny, váží se v půdě na dostupné bazické kationty (Ca^{2+} ; Mg^{2+} a K^+). Při vyplavování dusičnanů tak dochází k současným ztrátám klíčových živin půdy a půda se dále acidifikuje. Z ekologického hlediska je dusík opouštějící ekosystém velmi dobrým ukazatelem narušených vazeb v koloběhu N, které mají zásadní vliv na stabilitu ekosystémů a na aktivitu a složení půdních mikrobiálních společenstev (Záhora, 2011).

Metoda studia mikrobiální mineralizace organického půdního dusíku s využitím iontoměničů poskytuje kumulativní výsledky získané *in situ* za celé sledované období, přímo z ekosystému ve kterém se mikrobiální aktivita sleduje. Podstatou metody je zpětné vyextrahování dostupného či nadbytečného minerálního N nahromaděného na výměnných místech ionexových zrn umístěných po určitou dobu v půdě (Binkley a Mason, 1983). Při použití této metody je zachováno působení přirozených faktorů na námi pozorované mikrobiální společenstva jako je pH, půdní vlhkost, teplota.

Pomocí iontoměničů aplikovaných v různých variantách dotací dusíku a fosforu a s přidavkem uhlíku ve formě celulózy Bylo zjišťováno množství volně dostupných iontů NH_4^+ a NO_3^- v závislosti na přístupu uhlíku. Z výše uvedeného byla odvozována schopnost mikrobiálních společenstev imobilizovat dostupný dusík bez dodaného nejběžnějšího uhlíkatého substrátu (celulózy) a s ním na lokalitě Salatín v Západních Tatrách.

MATERIÁL A METODY

V blízkosti vrcholu Salatín (2047 m) v Západních Tatrách, (TANAP), na Slovensku, se nacházejí alpské louky, které patří do svazu *Juncion trifidi* (Kintl, 2009). Zde byly vytyčeny čtyři bloky (varianty) a v každé variantě čtyři opakování. Dostupnost a pohyb dusíku byl sledován aplikací směsných ionexů (při zachování poměru 1:1, anex a katex) v sondách zhotovených z polyamidové síťoviny Uhelon (Silk & Progres, typ 130 T, velikost oka 42 μm). Sondy byly sešity do tvaru válečku o délce 14 cm a průměru 1 cm. Sondy byly připraveny jednak bez přidané celulózy a jednak s přidanou celulózou. Každá sonda byla do půdy zapravena pomocí ocelového bodce pod úhlem 45°.

Dohromady tak bylo vytvořeno 16 pokusných ploch o rozměrech 1,5 x 1,5m, na kterých byly aplikovány třikrát během vegetačního období (30. června – 6. října 2010) různé experimentální dávky hnojiv. Jednalo se o tyto **varianty**:

C: **kontrola** (byla aplikována pouze voda ve stejném množství)

P: 6g P m⁻². rok⁻¹ aplikován KH_2PO_4 v roztoku (množství souběžně aplikovaného K odpovídalo 6,3g K.m⁻². rok⁻¹)

2N: 2g N m⁻². rok⁻¹

15N: 15g N m⁻². rok⁻¹

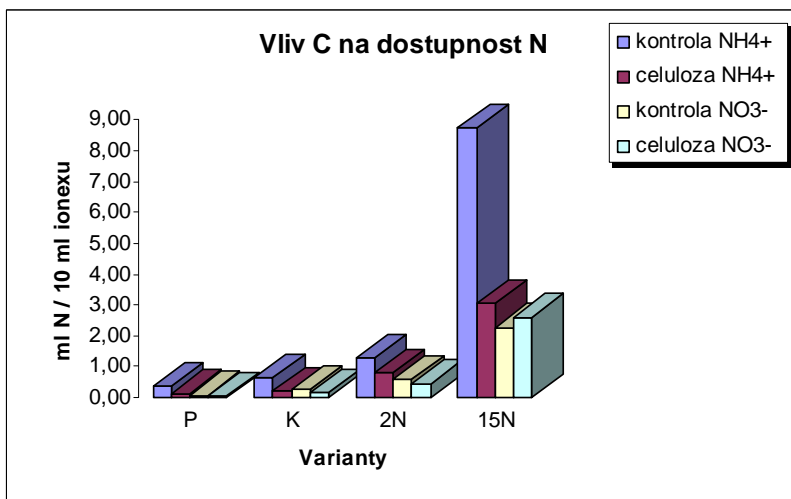
Po 99 dnech expozice bylo 64 sond vyjmuty z půdního profilu a zachycené ionty byly desorbovány.

Roztok 10 % NaCl byl použit k resorbci zachycených iontů NH_4^+ a NO_3^- . Amonné ionty byly v extrakčním roztoku stanoveny destilačně titrační metodou v alkalickém prostředí s MgO (Peoples et al., 1989 in Záhora 2001). Pomocí indikátoru s HBO_2 byl amonný dusík jímán a následnou titrací HCl bylo zjištěno množství NH_4^+ . NO_3^- ionty jsou stanoveny stejným způsobem s použitím Devardovy slitiny. Zjištěné hodnoty byly přepočteny na srovnatelné objemové množství katexu a anexu v ml N/10 mg ionexu⁻¹. Získaná data byla statisticky vyhodnocena metodou analýzy variance (ANOVA P < 0.05).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Množství zachyceného dusíku odráželo varianty simulovaných vstupů živin, což je patrné na obrázku č. 1. Oproti kontrole se nejnižším záchytem (NH_4^+ a NO_3^- iontů) vyznačuje kombinace variant s přidáním celulózy a dotací fosforu, které umožnilo zabudování N - látek do těl mikroorganismů a vyšších rostlin (podrobněji viz Kintl, 2011). Vyšší záchyt byl zaznamenán u varianty s dotací $2\text{g N m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ a nejvyšší u varianty s dotací $15\text{g N m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Při srovnání množství dostupného dusíku s přidáním celulózy a bez celulózy je patrné, že přidání uhlíku umožnilo imobilizaci většího množství dusíku.



Obr.1 Naměřené hodnoty množství dostupného dusíku. Hodnoty jsou uvedeny v mediánech.

Pro funkčnost mikrobiálního společenstva je důležité zastoupení biogenních prvků, které udává Redfieldův poměr, jež vyjadřuje molekulární poměr mezi uhlíkem, dusíkem a fosforem v organismech je 106:16:1 tzn., že na každý 1 atom fosforu připadá 16 atomů dusíku a 106 atomů uhlíku. V nespočetných výzkumech bylo zjištěno, že terestrické prostředí má stejné zastoupení uhlíku, fosforu a dusíku v rostlinné biomase (Elser a kol 2000). V ekosystému alpských luk je tento poměr narušen antropogenní dusíkatou depozicí.

Na základě získaných výsledků můžeme díky nejnižším záchytům minerálního dusíku ve variantách s přidáním fosforu a ve variantách s přidáním celulózy vyslovit hypotézu o pravděpodobné limitaci alpského trávníku dostatkem fosforu a přístupných uhlíkatých látek. Díky vyššímu obsahu fosforu a uhlíkatých organických látek by mikrobiální imobilizace dusíkatých iontů vedla ke snížení množství pohyblivých forem dusíku v půdním prostředí.

Obecně lze říci, že tato studie zkoumala strategie půdních mikrobiálních společenstev v půdách s nadbytkem dusíku. Metodou aplikace intoměničových zrn „*in situ*“ bylo zjištěno množství dostupného minerálního dusíku v půdě ve formě amonné (NH_4^+) a nitrátové (NO_3^-).

Mikrobiální aktivita byla posuzována podle množství zachyceného minerálního dusíku v sondách s iontoměniči. Mikrobiální společenstva se do koloběhu dusíku zapojují jeho transformacemi (amonifikací a nitrifikací atd), které mají velký vliv na množství uvolněných a redukováných H^+ iontů. Mikrobiální společenstva jsou za určitých podmínek schopny dusíkaté ionty imobilizovat (Kintl a kol, 2011), tudíž mohou zabránit jejich ztrátám.

Hodnoty zachycených iontů v kontrolních variantách ukazují na přesycenost systému dusíkem a za podmínek nedostatku uhlíku a fosforu došlo k vyčerpání jeho akumulací schopnosti. Limitujícím prvkem při imobilizaci dusíkatých látek se ukázal být uhlík a fosfor.

ZÁVĚR

Za významné zjištění prezentované v předložené práci považují prokázání limitace alpských luk uhlíkem a fosforem, která neumožňuje imobilizaci volně dostupného dusíku. Dochází tedy k jeho ztrátám vyplavováním a k doprovodným procesům acidifikace. U společenstev alpských luk je překročena akumulací schopnost zadržet v ekosystému nadměrné vstupy dusíku z atmosférických depozic.

LITERATURA:

BINKLEY, Dan. (1984): Ion exchange resin bags: factor affecting estimates of nitrogen availability. *Soil Science Society of America Journal*, 48, , p. 1181-1184, ISSN 0361-5995

Bobbink, R., Hornung, M., Roelofs, J.G.M., (1998): The effect of air-born nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *J. Ecol.*, 86: 717–738.

ELSER, J.J., STERNER, R. W., GALFORD, A.E., CHRZANOWSKI, T. H., FINDLAY, D. L., MILLS, K.H., PETERSON, M.J., STANTON, M.P. end SCHINDLER, D.W (2000): Pelegic C:N:P stoichiometry in a eutrophied lake: response to a whole-lake food-web manipulation. *Ecosystems*, 3: 293-307

Halada, L.; David, S. Halabuk, A. (2009):Vegetation structure and aboveground biomass at Mount Salatín long-term ecological research site, the west Tatra Mts, Slovakia. *Ekológia (Bratislava)* ISSN 1335-342X

CHYTRÝ, Milan. (2007):*Vegetace České republiky*. Vyd. 1. Praha : Academia., 526 s. ISBN 978-802-0014-627.

KALÁČ, P., MÍKA, V. (1997): *Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech*. Vydal Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha

KINTL, A., (2011):Vliv mikrobiální aktivity půdy alpských luk na acidifikaci. Diplomová práce. Brno: Mendlova Univerzita v Brně., 51s.

KINTL, A., TŮMA, I., ZÁHORA, J., HOLUB, P., Effect of acidification on soil microbial activity in alpine meadow [CD-ROM]. In Proceedings of the International Conference Soil, Plant and Food Interactions. , ISBN 978-80-7375-534-8.

ŘIVÁKOVÁ, P., (2007): *Vliv zvýšeného vstupu dusíku záchytem na vegetaci na mikrobiální přeměny a dostupnost dusíku v půdě*. Diplomová práce. Brno: MZLU v Brně., 64 s

MARENDIAK, D; KOPČANOVÁ, L.; LEITGEB, S. (1987): *Poľnohospodárska mikrobiológia*. 1.vyd. Bratislava : Príroda., 432 s.

NOVOSÁDOVÁ, I. ZÁHORA, J. RUIZ SINOGA, J. D. (2011): The availability and movement of mineral forms of nitrogen in mediterranean soil. In press.

PEOPLES, Marck et al. (1989): *Methods for evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field*. Aciar Monograph, 11, p. 76, ISBN 978 921531 56 9

ŠANTRŮČKOVÁ, Hana; VRBA, Jaroslav. (2010): *Co vyprávějí šumavské smrčiny : průvodce lesními ekosystémy Šumavy*. 1. vyd. Vimperk : Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, 153 s. ISBN 978-808-7257-043.

TAMM C.O. (1991): Nitrogen in terrestrial ecosystem. - Ecological studies 81, Springer Verlag, Berlin. ISBN 0-540-51807-X

TŮMA, I. (1999): *Decomposition of organic matter on deforested areas in the Moravian-Silesian Beskydy Mts*. Disertační práce. Brno.

ZÁHORA, J., (2001): Dostupnost dusíku v půdě vřesovišť Národního parku, Thayensia (Znojmo) s.169-181, ISSN 1212-3560

ZÁHORA, J. (2011): Acidifikace půd. *In press*