
DETERMINATION OF THE MINERALIZATION OF SOIL ORGANIC MATTER AND NITROGEN NITRIFICATION UNDER EXTREME CLIMATIC CONDITIONS IN NATIONAL PARK PODYJÍ

Alba Mejía J. E.¹, Záhora J.², Skládanka J.¹

¹ Department of Animal Nutrition and Forage Production, Mendel University in Brno, Faculty of Agronomy, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

² Department of Agrochemistry, Soil Science, Microbiology and Plant Nutrition, Mendel University in Brno, Faculty of Agronomy, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: jeam1604@gmail.com

ABSTRACT

Examined area belongs to the Podyjí National Park, which is characterized by extreme conditions and appearance of thermophilic and dry steppe vegetation. The influence of microbial activity on mineralization of organic compounds, on nitrification of mineral nitrogen, basal and potential respiration was monitored to evaluate those extremely dry conditions. Soil samples were divided into two parts. The first one was incubated under the “dry” conditions and the second one under wet conditions. Therefore we obtained results that can clarify the processes associated with microbial activity in extreme climate soils. Furthermore, the results were compared between soils collected under tufts of *Festuca ovina*, as a representative of the original species in situ, and under the *Calamagrostis epigeios*, which is an expansive species in this region. The obtained results pointed out to minor differences between the dry and wet incubation regimes. Also, any significant differences in the variations of soil samples taken under both types of grasses did not show. This fact points out to a very mild response of the given ecosystem to the extreme weather conditions and to its overall equilibrium in the microbial activities estimated by these methods.

Key words: Basal and potential respiration, *Calamagrostis epigeios*, *Festuca ovina*, Microbial activity, Mineralization, Nitrification, Soil respiration, Wet and dry regimes.

ÚVOD

Koloběh dusíku a uhlíku významně ovlivňuje stabilitu ekosystémů, aktivitu a složení půdních mikrobiálních společenstev a kvalitu životního prostředí. Je tedy velmi důležité porozumět faktorům, které kontrolují procesy v těchto cyklech. V dnešní době je řada ekosystémů destabilizovaných a proto je přínosné posuzovat tyto faktory na stanovištích s podmínkami, které jsou v některém ohledu extrémní. Jednou ze základních, ale mnohdy těžko splnitelných podmínek je dostatek vláhy. Proto je dnes aktuální studium procesů na stanovištích s extrémně suchými podmínkami a zajímavým ukazatelem jsou právě faktory týkající se koloběhu dusíku a uhlíku.

V roce 2003 formulují GALLOWAY et al. (2003) teorii dusíkové kaskády a vysvětlují neblahý vliv dusíku na atmosféru, terestrické ekosystémy, hydrosféru a na lidské zdraví. Autoři upozorňují na mnohonásobný kaskádový účinek jednoho atomu antropogenně vzniklého dusíku v tocích a v zásobnících biogeochemického cyklu dusíku. O rok později varují GALLOWAY et al. (2004) před největšími nejistotami současného poznání bilancí dusíkatých látek. Jsou jimi mimo jiné: kvantifikace množství dusíku uloženého v přirozených rezervoárech a produkce molekulárního dusíku procesem mikrobiální denitrifikace.

Metody měření mineralizace dusíku v půdě jsou založeny na inkubaci vzorků v laboratoři nebo přímo v terénu (NĚMEC & KVAPIL, 1926). Rychlost mineralizace živin častěji vykazuje pozitivní vztah k půdní vlhkosti a probíhá mnohem rychleji ve vlhkém než suchém období roku (VAN OORSCHOT et al., 2000; YAVITT et al., 2004).

Cílem této práce je poukázat na rozdíly mezi suchým a vlhkým režimem stanoviště ve vztahu k extrémním klimatickým podmínkám. Dále posoudit rozdíl v produkci CO₂ za celé inkubační období mezi travami *Festuca ovina* a *Calamagrostis epigeios*. Další cíl bylo sledovat netto mineralizaci i netto nitrifikaci v půdě po přidání lehce dostupného organického materiálu ve formě glukózy.

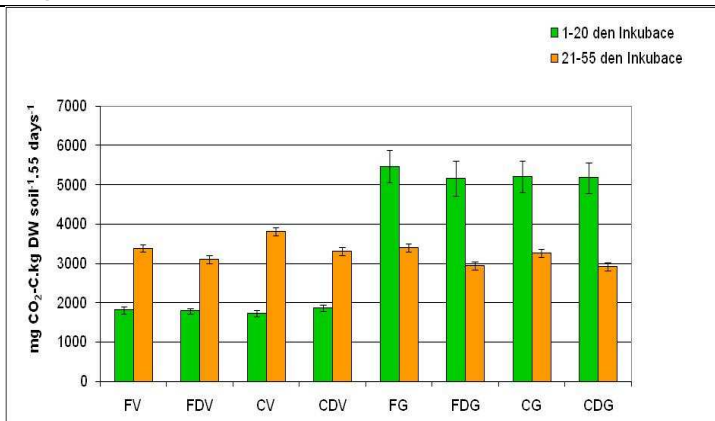
MATERIÁL A METODIKA

Studované území se nachází na jihozápadní Moravě na území Národního parku Podyjí. Reprezentativní půdní vzorky byly odebrány z povrchové vrstvy půdy (do hloubky 10 cm). Odběr byl proveden náhodně z několika míst přímo pod trsy trávy kostřavy ovčí (*Festuca ovina*), jako zástupce původního druhu na daném stanovišti, a pod třtinou křovištní (*Calamagrostis epigeios*), která je druhem expanzivním. Odebrané půdní vzorky byly homogenizovány, prosety přes 2 mm síto a před provedením analýzy uskladněny při 4 °C. Vzorky byly dále rozděleny na variantu suchého a mokrého režimu. Pro měření a stanovení jednotlivých ukazatelů byl použit destilační přístroj a titrační zařízení. Roztok 10% NaCl byl použit k resorbci zachycených iontů NH₄⁺ a NO₃⁻.

Amonné ionty byly v extrakčním roztoku stanoveny destilačně titrační metodou v alkalickém prostředí s MgO (PEOPLES, 1989). Pomocí indikátoru s HBO₂ byl amonný dusík jímán a následnou titrací HCl bylo zjištěno množství NH₄⁺. NO₃⁻ ionty jsou stanoveny stejným způsobem s použitím Devardovy slityny.

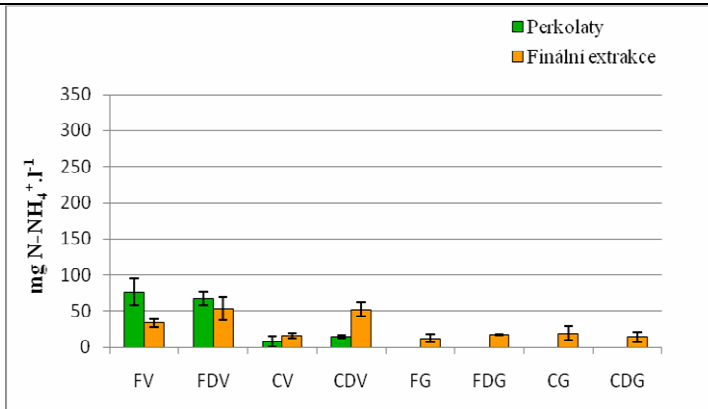
VÝSLEDKY A DISKUZE

Upravené a homogenní půdní vzorky bez přítomnosti živých rostlinných částí a jejich výměšků byly podrobeny dlouhodobé inkubaci ve stabilních laboratorních podmínkách. Pro přibližnou demonstraci procesů probíhajících v místech s dostatkem energetických zdrojů a zvýšenou mikrobiální aktivitou byla sledována bazální půdní respirace v kombinaci s respirací půdních mikroorganismů po stimulaci lehce dostupným uhlíkem. Bazální respirace měřená v průběhu inkubace ve vhodných podmínkách pro mikrobiální růst je často vnímána jako celkový stupeň dekompozice přirozeného organického materiálu v půdě (ŠÍCHOVÁ, 2006). Porovnání bazální a substrátem indukované respirace, jako velice dobrého indikátoru biologické aktivity v půdě, prokázalo statisticky významný rozdíl u všech sledovaných variant mezi 1. a 20. dnem inkubace. Naopak od 21. dne vykazovaly naměřené hodnoty CO₂ spíše opačný trend (graf. 1). Také VOŘÍŠEK et al., (2000) potvrzují podobnou reakci půdní mikroflóry. V jejich případě bylo zvýšení produkce oxidu uhličitého po doplnění snadno dostupného zdroje (glukózy) až 10-ti násobné. Podobně RUTIGLIANO et al. (2009) nebo NOVOSÁDOVÁ et al. (2010) zabývající se půdní aktivitou Mediteránní oblasti uvádějí, že půdní respirace a proteazová aktivita vykazují trvalý růst v místech s vyšším obsahem organického uhlíku. V první fázi inkubace (do 20. dne) byl zaznamenán zvýšený záchyt CO₂ u varianty s přísadkou glukózy, naopak zachycený CO₂ v druhé fázi inkubace činil přibližně 70% z celkového množství. U kontrolních variant bylo naopak množství vyprodukovaného CO₂ vyšší v druhé fázi inkubace. Zvýšená respirační aktivita mikroorganismů v druhé fázi inkubace kontrolních vzorků může být způsobena schopností K – strategií využít právě dostupné živiny z odumřelých těl mikroorganismů, kteří negativně reagovali na snižující se dostupnost živin v půdě. V případě bazální i potenciální respirace nebyl zjištěn mezi půdami odebranými pod travami *Festuca ovina* a *Calamagrostis epigeios* statisticky významný rozdíl v produkci CO₂ v obou fázích laboratorní inkubace.



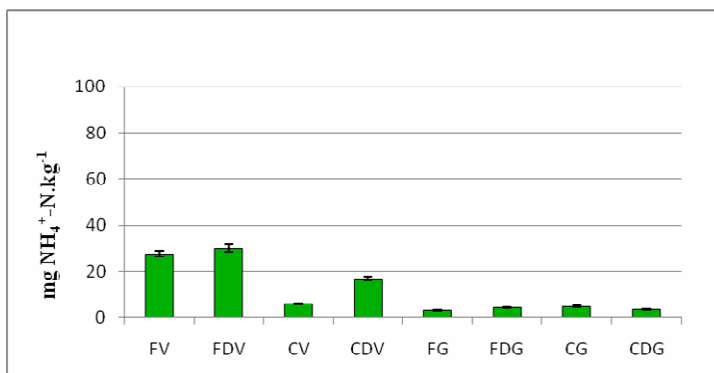
Graf. 1: Kumulativní bazální (V) a potenciální (G) respirace do 20. dne a od 21. do 55. dne inkubace půd odebraných pod trávou *Festuca ovina* (F) a *Calamagrostis epigeios* (C) podrobených suchému (D) a mokrému režimu.

Dalším cílem bylo vyhodnotit vliv dvou různých variant metodického postupu na mikrobiální aktivitu sledovaných půd. Po obou provedených extrakcích iontů $\text{NH}_4^+\text{-N}$ a $\text{NO}_3^-\text{-N}$ byla část půdních vzorků podrobena režimu stresu v podobě úplného vysušení a u části půdních vzorků byly nadále zachovány podmínky vlhkostního optima pro půdní mikroorganismy s cílem porovnat takto ovlivněné varianty. Mezi půdou podrobenou režimu stresu vysušením a půdou se zachovalými přirozenými podmínkami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl po celou dobu laboratorní inkubace. Nicméně v druhé fázi inkubace se projevil u všech variant suchého režimu nepatrný pokles respirační aktivity. V první fázi laboratorní inkubace byl méně znatelný pokles zaznamenan pouze u vzorků s přidavkem glukózy, přičemž kontrolní vzorky vykázaly přibližně stejnou aktivitu u obou režimů. Tyto výsledky mohou poukazovat na odolnost půdních mikroorganismů vůči náhlým stresovým podmínkám, ke kterým v přirozeném prostředí stále častěji dochází díky klimatickým změnám. Obsah extrahovaného $\text{NH}_4^+\text{-N}$ a $\text{NO}_3^-\text{-N}$ byl u vzorků s přidavkem glukózy pravidelně nižší než u vzorků kontrolních. Suchý režim, kterému byly vybrané půdní vzorky podrobeny, nevykázal významné rozdíly od režimu přirozeného. Pouze u suchého režimu kontrolních vzorků trávy *Calamagrostis epigeios* bylo zachyceno statisticky prokazatelně vyšší množství iontů NH_4^+ (graf. 2).



Graf. 2: Množství NH₄⁺-N perkolovaného 20. den inkubace půdních vzorků a množství NH₄⁺-N ve finální extrakci u kontrolní (V) a potenciální (G) varianty půdy odebrané pod trávou *Festuca ovina* (F) a *Calamagrostis epigeios* (C) podrobené suchému (D) a mokrému režimu.

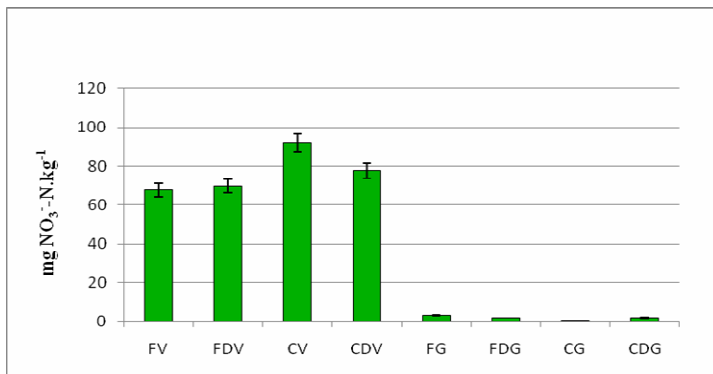
K mineralizaci došlo u všech sledovaných variant. Přídavek organického materiálu měl příznivý efekt na mineralizaci dusíku. Kontrolní vzorky odebrané pod trávou *Festuca ovina* vykázaly vyšší mineralizaci než vzorky pod *Calamagrostis epigeios* (graf. 3). Projevila se zde nepatrně vyšší mineralizace u kontrolních vzorků suchého režimu.



Graf. 3: Netto mineralizace kontrolní (V) a potenciální (G) varianty půdy odebrané pod trávou *Festuca ovina* (F) a *Calamagrostis epigeios* (C) podrobené suchému (D) a mokrému režimu.

Výsledky dokazují přítomnost čisté nitrifikace (graf. 4). V míře čisté nitrifikace byly zjištěny mezi kontrolní a potenciální variantou statisticky významné rozdíly. Po přidavku organického materiálu došlo k významnému poklesu nitrifikace. Snížení nitrifikace po přidavku lehce rozložitelného organického materiálu indikuje jeho absenci ve sledovaném půdním systému a ten se tak stává jeho

limitujícím faktorem. Srovnáním suchého a mokrého režimu nebyly zjištěny významné rozdíly, pouze u trávy *Calamagrostis epigeios* se projevilo snížení čisté nitrifikace u kontrolní varianty suchého režimu.



Graf. 4: Netto nitrifikace kontrolní (V) a potenciální (G) varianty půdy odebrané pod trávou *Festuca ovina* (F) a *Calamagrostis epigeios* (C) podrobené suchému (D) a mokrému režimu.

ZÁVĚR

Získané výsledky poukázaly na zanedbatelné rozdíly mezi suchým a mokřím režimem, kterým byly vybrané půdní vzorky podrobeny. Také se neprojevily žádné významné rozdíly u variant půdních vzorků odebraných pod oběma druhy trav. Tento fakt poukazuje na velmi mírnou reakci daného ekosystému na extrémní klimatické podmínky a na jeho vyrovnanost.

Velikost rozdílu kumulativních hodnot mezi potenciální respirací po přidání lehce rozložitelného organického materiálu a bazální respirací poukazuje na to, jakou klíčovou roli hraje tato stimulace v mikrobiální aktivitě společně se zvýšením mineralizace organického materiálu a zlepšením přístupu živin rostlinám.

Mezi oběma sledovanými travami nebyl zjištěn žádný významný rozdíl v produkci CO₂ za celé inkubační období. Vysokým obsahem extrahovaného NO₃⁻ v perkolátech byla potvrzena vysoká mobilita nitrátové formy dusíku. Naopak nízký záchyt iontů NH₄⁺ potvrzuje odlišný mechanismus pohybu než nitrátová forma dusíku.

Netto mineralizace i netto nitrifikace se významně snížila po přidání lehce dostupného organického materiálu ve formě glukózy. Toto snížení poukazuje na absenci organického materiálu ve sledovaném půdním systému a ten se tak stává jeho limitujícím faktorem.

LITERATURA

Galloway, J. N., Aber, J. D., Erisman, J. W., Seitzinger, S. P., Howarth, R. W., Cowling, E. B. & Cosby, B. J., 2003: *The nitrogen cascade*. Bioscience, 2003, 53 roč., č. 4, s. 341-356.

Galloway, J. N., Dentener, F. J., Capone, D. G., Boyer, E. W., Howarth, R. W., Seitzinger, S. P., Asner, G. P., Cleveland, C. C., Green, P. A., Holland, E. A., Karl, D. M., Michaels, A. F., Porter, J. H., Townsend, A. R. & Vorosmarty, C. J., 2004: *Nitrogen cycles: past, present, and future*. Biogeochemistry, 70: p. 153-226.

Němec, A. & Kvapil, K., 1926: Vliv lesních porostů na obsah a tvorbu dusičnanů v půdě, 1926. In: Záhora, J., 1992. *Mikrobiální přeměny dusíku v půdách lesních ekosystémů*, (Kandidátská disertační práce). Brno: ČSAV, 1992. 162 s.

Novosádová, I., Záhora, J., Fišerová, H. & Sinoga, J. D. R., 2010: Mikrobiální aktivita v půdě pod trávou *Stipa tenacissima* L. a v půdě bez vegetačního krytu. *Úroda, Vědecká příloha "Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů"*, č. 12, s. 93-97. ISSN 0139-6013.

Peoples, M., et al., 1989. *Methods for evaluations nitrogen fixation by nodulated legumes in the field*. Aciar Monograph, 11, s. 76, ISBN 978 921 531 569.

Rutigliano, F. A., Castaldi, S., D'Ascoli, R., Papa, S., Carfora, A., Marzaioli, R. & Fioretto, A., 2009. Soil activities related to nitrogen cycle under three plant cover types in Mediterranean environment. *Soil Ekology* 43, 40-46.

Šíchová, P., 2006. *Bazální a potenciální půdní respirace*, Bakalářská práce Mendelu, Brno, 44 s.

Van Oorschot, M., Van Gaalen, N., Maltby, E., Mockler, N., Spink, A. & Verhoeven, J. T. A., 2000: Experimental manipulation of water levels in two French riverine grassland soils. *Acta Oecologica – Inter. J. Ecol.* 21, 2000: 49-62. In: Záhora, J. & Stroblová, M. (Eds). *Život v půdě VIII. Sborník příspěvků ze semináře*, Brno, 2007, s. 153.

Voříšek, K., Popelářová, E., Růžek, L., Šíša, R., Strnadová, S. & Barabasz, W., 2000. *Biologická aktivita půd monitorovaných pro precizní zemědělství*. Odborná konference, <http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=118400&iSub=566&PHPSESSID=a3>

Yavitt, J. B., Wright, S. J. & Wieder, R. K., 2004: Seasonal drought and dry-season irrigation influence leaf-litter nutrients and soil enzymes in a moist, lowland forest in Panama. *Austral Ecol.* 29, 2004: 177-188. In: Záhora, J. & Stroblová, M. (Eds). *Život v půdě VIII. Sborník příspěvků ze semináře*, Brno, 2007, s. 153.