

Rozdíly potenciální nitrifikace v ornici při pěstování pšenice a ječmene v konvenčním a ekologickém systému hospodaření

(The differences of potential nitrification in the topsoil in the cultivation of wheat and barley in conventional and organic farming systems)

Radomíra Stráalková, Stanislav Krofta, Jitka Podešvová, Eva Lecianová
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn

Nitrifikace je významný mikrobiologický proces, který zpřístupňuje půdní dusík rostlinám a je závislý na kvalitě půdy. V této práci jsme hodnotili potenciální nitrifikaci (PN) půdy v konvenčním (orba, hnůj, minerální dusík, chrást cukrovky) a ekologickém (orba, posklizňové zbytky, bez chrástu řepy) systému hospodaření, podle směrnic IFOAM. PN je schopnost půdy využívat celý potenciál k produkci nitrátového dusíku v polních podmínkách. Pokud to polní podmínky neumožní, laboratorní analýza stanoví vysoké hodnoty. Sledování probíhala v letech 2004–2008 na polních pokusech v Kroměříži u půdního typu černozem luvická. Vzorky půdy byly odebrány z ornice 0–30 cm, od dubna do července pod pšenicí ozimou po vojtěšce (B), pšenici ozimou po jeteli lučním (G), ječmenem jarním po cukrovce (D) a ječmenem jarním po krmné řepě (H). Potenciální nitrifikace byla stanovena metodou aerobní inkubace půdních vzorků o přirozené vlhkosti při teplotě 28 °C po dobu 7 dnů (Pokorná, Novák 1981). Obsah nitrátového dusíku vyprodukovaného půdou, po přidání síranu amonného (NH₄)₂SO₄, byl stanoven iontově-selektivní elektrodou v roztoku 1 % síranu draselného K₂SO₄ (Javorský a kol., 1987). Hodnoty PN byly uváděny v miligramech nitrátového dusíku na kilogram sušiny za 7 dní inkubace (N.NO₃ mg.kg⁻¹ za 7 dní). Průměrné hodnoty PN se na variantě pohybovaly v rozsahu B: 24 – 255, G: 56–197, D: 20–165, H: 62–130 N.NO₃ mg.kg⁻¹ za 7 dní. Podle pěti kategorií (velmi nízká < 50 < nízká < 100 < střední < 200 < vysoká < 400 < velmi vysoká) byla PN v konvenčním (varianty B, D) systému hospodaření velmi nízká až vysoká, v ekologickém (varianty G, H) nízká a střední. Ekologický systém vykazoval nižší ale stabilnější hodnoty. Rozdíl mezi Ekologickým a Konvenčním systémem hospodaření se projevil statisticky jako průkazný a to u pšenice ozimé v letech 2004, 2007 a 2008, kdy byla PN v Ekologickém systému hospodaření vyšší než v Konvenčním, u ječmene to bylo v roce 2004 a 2006. V Konvenčním systému hospodaření byly hodnoty PN vyšší v roce 2005 u pšenice ozimé a v roce 2008 u ječmene jarního.

Klíčová slova: potenciální nitrifikace, černozem, ornice, pšenice ozimá, ječmen jarní, systém hospodaření konvenční a ekologický

Summary

Nitrification is an important microbial process that makes soil nitrogen to plants depends on soil quality. In this work, we evaluated the potential nitrification (PN) of land in conventional (tillage, manure, mineral nitrogen, beet leaves plowed) and organic (tillage, harvest residues, without beet leaves) management system, according to IFOAM guidelines. PN is the ability to exploit the full potential of the soil to produce N.NO₃ nitrogen under field conditions. If it does not allow field conditions, laboratory analysis of high value. Monitoring took place in 2004–2008 on field tests in Kroměříž the soil type Luvi Haplic Chernozem. Soil samples were taken from 0–30 cm topsoil, from April to July under winter wheat after alfalfa (B), winter wheat after clover meadow (G), spring barley after sugarbeet (D) and spring barley after fodder beets (H). Potential nitrification was determined by aerobic incubation of soil samples on the natural humidity at 28 °C for 7 days (Pokorná, Novák 1981). Contents N.NO₃ nitrogen produced soil, after the addition of ammonium sulphate (NH₄)₂SO₄, was established ion-selective electrode in a solution of 1% potassium sulphate K₂SO₄ (Javorsky et al., 1987). The PN are reported in milligrams per kilogram of N.NO₃ nitrogen dry for 7 days incubation (N.NO₃ mg.kg⁻¹ for 7 days). Average value of the PN variant varied in the range of B: 24 - 255, G: 56–197, D 20–165, H: 62–130 N.NO₃ mg.kg⁻¹ for 7 days. According to the five categories (very low <50 <Low <100 <medium <200 <high <400 <high), the PN in the conventional (options B, D) system of management is very low and high in organic (options G, H) low and medium-sized. Eco-system showed a lower but stable values. The difference between organic and conventional farming systems occurred statistically conclusive as to the winter wheat in 2004, 2007 and 2008, when the PN in organic farming systems than in conventional, for barley, it was in 2004 and 2006. In conventional farming systems of PN were higher in 2005 for winter wheat in 2008 for spring barley.

Keywords: potential nitrification, chernozem, topsoil, winter wheat, spring barley, conventional farming system, organic farming system

Úvod

Nitrifikace patří k důležitým transformačním procesům organické hmoty, které zpřístupňují rostlinám půdní dusík. Jedním z ukazatelů nitrifikační aktivity půdy je i potenciální nitrifikace (dále jen PN), která se stala používaným ukazatelem kvality půdy. PN se stanovuje v laboratorních podmínkách jako reakce půdy na amonný dusík, který se do vzorku přidává ve formě vodního roztoku síranu amonného (NH₄)₂SO₄. Čím je stanovena hodnota PN vyšší, tím méně

je v polních podmínkách půdní potenciál využitý. Mezi hlavní faktory ovlivňující nitrifikaci patří obsah kyslíku a amonného dusíku v půdě. Oba tyto faktory jsou přímo i nepřímo ovlivňovány systémem hospodaření. Ekologický systém hospodaření má jako jeden z cílů trvale zachovat přirozenou úrodnost půdy (Petr, Dlouhý a kol., 1992) a nitrifikace k přirozené úrodnosti půdy patří. Proto i cílem této práce bylo najít rozdíly v potenciální nitrifikaci mezi konvenčním a ekologickým systémem hospodaření.

Tab. 1: Teplotní charakteristika měsíců

rok	2004	2005	2006	2007	2008
Duben	teplý	teplý	teplý	silně teplý	normální
Květen	normální	normální	normální	teplý	normální
Červen	normální	normální	teplý	mimořádně teplý	silně teplý
Červenec	normální	normální	mimořádně teplý	silně teplý	teplý

Tab. 2: Srážková charakteristika měsíců

rok	2004	2005	2006	2007	2008
Duben	normální	vlhký	silně vlhký	mimořádně suchý	normální
Květen	silně suchý	normální	vlhký	normální	normální
Červen	vlhký	normální	vlhký	vlhký	suchý
Červenec	suchý	normální	mimořádně suchý	normální	normální

Materiál a metody

Sledování změn PN probíhala v letech 2004–2008 na polních pokusech Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s.r.o. ve dvou systémech hospodaření a to Konvenčním a Ekologickém. Polní pokusy jsou založeny v jedné lokalitě a tak mají stejné agroklimatologické a půdní podmínky.

Klimatologické a agroklimatologické začlenění

Tuto lokalitu lze zařadit podle klimatické klasifikace do oblasti teplé (A) a do okrsku teplého, mírně suchého s mírnou zimou (A3). Podle agroklimatologického členění patří lokalita do makrooblasti teplé (1.1), oblasti dostatečně teplé (1.1.3.), podoblasti převážně suché (1.1.3.2.), okrsku poměrně mírné zimy (Žalud, 1999).

Naše sledování probíhala v průběhu vegetačního období od dubna do července. Z pohledu průměrných měsíčních teplot vzduchu (**Tab.1**) jsme tedy hodnotily PN půdy v období, které bylo teplotně normální až silně teplé (roky 2004, 2005 a 2008) normální až mimořádně teplé v roce 2006 a nejteplejší byly měsíce v roce 2007, které byly teplé až mimořádně teplé. Podle sumy srážek v jednotlivých měsících (**Tab.2**) jsme zaznamenaly roky srážkově normální a to roky 2005 a 2008 a srážkově velmi proměnlivé roky 2004, 2006 a 2007. Hodnocení teplotních a srážkových poměrů probíhala podle dlouhodobého průměru let 1901–1950 z dat naměřených na Meteorologické stanici v Kroměříži.

Typologická charakteristika půdy (Pokorný a kol., 1999)

Podle taxonomického klasifikačního systému půd ČR (Němeček 2001) lze výzkumné pozemky zařadit mezi černozemě luvické ČMI (dříve černozem degradovaná, podle geneticko-agronomického klasifikačního systému, podle klasifikace FAO Luvi-haplic Chernozem). Půdotvorný proces tu probíhal pod

původní lesostepní vegetací, podobně jako u černozemí. Vlivem intenzivnějšího průsaku vod došlo k vyloučení uhličitánů z povrchových horizontů a k slabému okyselení. Později, v důsledku zhoršení podmínek pro proces humifikace, nastal posun pohyblivějších látek a jejich kondenzace ve spodní části humusového horizontu. Černozemě luvické jsou řazeny mezi nejlepší půdy a pro své příznivé agrofyzikální vlastnosti jsou vhodné k pěstování náročných plodin, jako jsou cukrovka, sladovnický ječmen atd.

Odběr a analýza vzorků

Vzorky půdy byly odebírány z ornice 0–30 cm v pravidelných měsíčních intervalech v průběhu vegetačního období obilnin od dubna do července. Pro srovnání výsledků PN byly vybrány varianty pšenice ozimá po vojtěšce/ Konvenční (B), pšenice ozimá po jeteli lučním/ Ekologický (G) a ječmen jarní po cukrovce/ Konvenční (D), ječmen jarní po krmné řepě/ Ekologický (H). Za lomítkem jsou uvedeny námi používané zkratky pro systémy hospodaření (Konvenční, Ekologický) a v závorkách jsou uvedeny námi používané zkratky variant pro vzorky půdy. Podrobná charakteristika systémů hospodaření a sledovaných variant je uvedena v **Tab.3**.

Potenciální nitrifikace byla stanovena metodou aerobní inkubace půdních vzorků o přirozené vlhkosti při teplotě 28 °C po dobu 7 dnů (Pokorná, Novák 1981, modifikace Strálková, 2003). Obsah nitrátového dusíku N.NO₃, který půda vyprodukovala v průběhu inkubace po dodání amonného dusíku N.NH₄ ve formě síranu amonného (NH₄)₂SO₄, byl stanoven iontově-selektivní elektrodou v roztoku 1 % síranu draselného K₂SO₄ (Javorský a kol., 1987). Hodnoty PN jsou uváděny v miligramech nitrátového dusíku na kilogram sušiny za 7 dní inkubace (N.NO₃ mg.kg⁻¹ za 7 dní).

Tab. 3: Průměrné hodnoty potenciální nitrifikace a jejich hodnocení

rok	Konvenční				Ekologický			
	pš.oz./ vojt. (B)		ječ.jar./ cukr. (D)		pš.oz./ jetel. (G)		ječ.jar./ cukr. (H)	
2004	50	velmi nízká	20	velmi nízká	112	střední	130	střední
2005	255	vysoká	73	nízká	56	nízká	77	nízká
2006	89	nízká	41	velmi nízká	63	nízká	99	nízká
2007	24	velmi nízká	92	nízká	86	nízká	83	nízká
2008	108	střední	165	střední	197	střední	62	nízká

Výsledky a diskuse

V této publikaci byly vyhodnoceny 5-ti leté výsledky sledování změn potenciální nitrifikace v půdě. Průměrné hodnoty PN se na variantě pohybovaly v rozsahu B: 24 – 255, G: 56-197, D: 20-165, H: 62-130 $\text{N} \cdot \text{NO}_3 \cdot \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ za 7 dní. Na základě výsledků z let 1993–1999 byla vytvořena tabulka "Hodnocení biologické aktivity půdy ornice" (Střalková a kol., 2000, 2001), ve které byly hodnoty PN rozděleny do pěti kategorií: velmi nízká < 50 < nízká < 100 < střední < 200 < vysoká < 400 < velmi vysoká. Podle tohoto hodnocení se projevily rozdíly v zastoupení kategorií. V Konvenčním systému bylo zastoupeno více kategorií PN než v Ekologickém (Tab.3). Ekologický systém se tak projevil jako stabilnější.

Tato kategorizace PN koresponduje jak se samotnou podstatou ekologického hospodaření, což znamená nízké vstupy dusíku, tak s naším záměrem vést Ekologický osevnický postup systémem bez živočišné výroby, tedy bez použití organických hnojiv. Jedinou organickou hmotou, která se dostává do půdy, jsou posklizňové zbytky a ty mají nepříznivý poměr C:N. Proto přídavný amonný dusík do půdy zákonitě vyvolá prudkou reakci nitrifikačních bakterií, které mají dostatek zdrojů energie v podobě uhlíku, ale nedostatek substrátu pro produkci nitratového dusíku.

Vliv ročníku na rozdíly PN jsme hodnotili analýzou variance (Excel97) a její výsledky nám shrnuje Graf 1. Statisticky průkazný rozdíl mezi Ekologickým a Konvenčním systémem hospodaření se projevila u pšenice ozimé v letech 2004, 2007 a 2008, kdy byla PN v Ekologickém systému hospodaření vyšší než v Konvenčním, u ječmene to bylo v roce 2004 a 2006. V Konvenčním systému hospodaření byly hodnoty PN vyšší v roce 2005 u pšenice ozimé a v roce 2008 u ječmene jarního.

Co způsobilo tyto rozdíly? Obsah minerálního dusíku v půdě nebo její vlhkost? Oba tyto faktory mají pro nitrifikaci zásadní význam. Obsah minerálního dusíku v půdě byl ale jak v konvenčním, tak v ekologickém systému hospodaření nízký a jeho rozdíly průkazné nebyly. Hlavním důvodem bylo jeho odčerpání rostlinou, která v tomto období od dubna do června se nachází ve fázi intenzivního růstu. Tehdy jsou obsahy N_{min} v půdě na dusíkem nehojených pozemcích obecně nízké a rozdíly mezi nimi nejsou statisticky průkazné.

Vlhkost půdy se nacházela v letech 2004–2008 v rozmezí 11–23 %. Vlhkost 11% už leží na rozhraní mezi bodem snížené dostupnosti a bodem vadnutí a vlhkost 23 % je hodnota polní vodní kapacity. Vliv půdní vlhkosti na PN však nebyl prokázán.

Podstata zjištěných rozdílů PN mezi konvenčním a ekologickým systémem hospodaření bude logicky spočívat v režimu rozkladu organické hmoty v půdě, ale časově se bude posouvat do období podzimu a brzkého jara. To bude rozhodující období pro tvorbu půdního potenciálu, který se projeví až v době intenzivního růstu rostlin. Široký poměr C:N posklizňových zbytků v ekologickém systému hospodaření bez organických hnojiv, byl pro rozvoj potenciální schopnosti nitrifikátorů nepříznivý. Zatímco v konvenčním systému hospodaření, ve kterém byl aplikován hnoj a dusík na rozklad slámy, byl poměr C:N příznivější a potenciál nitrifikace byl v polních podmínkách více využit.

Závěry

- Vliv ročníku byl průkazný na každé variantě
- Vliv systému hospodaření na potenciální nitrifikaci byl průkazný v každém roce sledování
- V Ekologickém systému hospodaření byla potenciální nitrifikace vyšší než v konvenčním

Literatura

Javorský, P., Fojtíková, D., Kalaš, V., Schvarz, M. (1987): Chemické rozbory v zemědělských laboratořích. Díl I., České Budějovice, Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR, 397 s.

Němeček, J. a kol. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZU Praha, VÚMOP Praha, vydání první, Praha 2001, s.78

Petr, J., Dlouhý, J. (1992): Ekologické zemědělství. Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha, 1992, s.312

Pokorná, J., Novák, B. (1981): Zpřesněná metodika biologického hodnocení půdy. In: Pokorná, J., Novák, B. (1981): Mikrobiální procesy v intenzivně využívaných orných půdách, [závěrečná zpráva] Praha, VÚRV Praha-Ruzyně, 40 s.

Pokorný, E., Střalková, R., Podešvová, J. (1999): Geograficko-pedologická charakteristika pokusného území. Obilnářské listy, 7 (4): 74–76

Střalková, R. (2003): Dynamika nitrifikace v orných půdách. [dizertační práce] MZLU v Brně, Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Brno, 159 s.

Střalková, R., Pokorný, E., Šarapatka, B., Žalud, Z., Zehnálek, J., Ponižil, P. (2000): Optimalizace výživy obilnin – Metodika, [CD-ROM], Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o. Kroměříž

Střalková, R., Pokorný, E., Denešová, O., Podešvová, J. (2001): Biologická aktivita půdy; Vybrané kapitoly z metodiky. Obilnářské listy, 9 (4): 81–84

Žalud, Z. (1999): Meteorologické a agrometeorologické hodnocení vegetační periody v období od 1.9.1998 do 20.11.1999. In: Střalková, R., Pokorný, E., Šarapatka, B., Žalud, Z., Zehnálek, J., Ponižil, P. (1999): Optimalizace výživy obilnin. [výroční zpráva] Kroměříž, Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

Poděkování

Publikované výsledky byly dosaženy v rámci výzkumného záměru MSM 2532885901 „Optimalizace faktorů trvalé udržitelnosti rostlinné produkce na základě vývoje geneticko-šlechtitelských, diagnostických a rozhodovacích metod“ na jehož řešení byl poskytnut příspěvek MSM ČR. Děkujeme pracovníkům naší akreditované laboratoře Ing. Vrtělovi K., paní Stratilové I. a Klesnilové L. za zhotovení analýz.

Adresa autora: stralkova.radomira@vukrom.cz

Graf 1: Potenciální nitrifikace v ornici v letech 2004-2008

