

# Dynamika anorganického dusíka v půdě pod repu cukrovou v závislosti od přípravy půdy

DYNAMIC OF INORGANIC NITROGEN IN THE SOIL UNDER SUGAR BEET IN DEPENDENCE ON SOIL CULTIVATION

Peter Ondříšek, Jana Porhajašová, Vladimír Pačuta, Jana Urminská, Ivan Černý  
Miriam Ňaršanská – Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitre

Cukrová repa ako najvýkonnejšia plodina mierneho pásma je charakteristická, z dôvodu potenciálne vysokého množstva produkcie, vysokými nárokmi na obsah prístupných živín v pôde (3). Predpokladom dosiahnutia zodpovedajúcej úrody a kvality je vyvážená, súčasnej úrovni zodpovedajúca ponuka živín, resp. aplikácia niektorých stimulátorov (7).

V štruktúre premien a pohybu dusíka v pôde majú ústredné a najvýznamnejšie postavenie najmä procesy mineralizácie dusíka a následná tvorba dusičnanov (nitrifikácia). V rozhodujúcej miere ovplyvňujú prirodzený potenciál dusíka v pôde pri formovaní výšky a kvality úrod pestovaných plodín a súčasne sú aj prekurzorom obávaných ekologických (hygienických) prejavov dusíka v prírode. Sú tiež najdôležitejšími mechanizmami pri premenách a formovaní produkčnej účinnosti, ale aj škodlivosti dusíka z hnojív a z iných zdrojov (napr. z depozície N). Od nich primárne závisí potreba hnojenia pôd (rastlín) dusíkom a hranica kritického zataženia pôd dusíkatými hnojivami (6).

BALÍK ET AL. (4) vo svojej práci uvádzajú, že aplikácia priemyselných dusíkatých hnojív zvyšuje mineralizáciu pôdnej organickej hmoty, čo vedie k zvýšeniu jednotlivých foriem anorganického dusíka v pôde a k možnosti jeho vyplavenia.

V súvislosti s ekonomikou pestovania a najmä hnojenia je nevyhnutné získať čo najviac poznatkov o správaní sa dusíka v pôde, jeho premenách v závislosti na spôsobe pestovania, hnojenia, poveternostných činiteľov a pod. Cieľom tejto práce bolo posúdiť vplyv rôzneho obrábania pôdy z hľadiska obsahu anorganických foriem dusíka v pôdnom prostredí a ich pomeru vo vzťahu k požiadavkám cukrovej repy.

## *Materiál a metódy*

Problematiku sme riešili v rokoch 2006 až 2007 v podmienkach poľného stacionárneho pokusu, založeného blokovou metódou

Tab. 1. Agrochemický rozbor půd před založením pokusu

P	K	Mg	Na	Mn	Zn	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Humus	pH
(mg.kg <sup>-1</sup> )								
55	348	19,6	310	15,3	1,5	5,71	2,03	5,70

s náhodným usporiadaním pokusných členov na experimentálnej báze SPU Nitra Malanta. Pokus bol založený v teplej klimatickej oblasti, na hnedozemných zosprašovaných proluviaálnych sedimentoch, kde priemerná teplota za vegetačné obdobie je 16,4 °C a priemerný ročný úhrn zrážok 561 mm. Boli použité nasledovné varianty obrábania pôdy:

- A – klasické obrábanie: tri orby (podmietka, stredná orba, hlboká orba),
- B – redukované obrábanie: dve orby (podmietka, hlbšia stredná orba do hĺbky 0,22 až 0,25 m.

V pokuse bol každý rok aplikovaný maštalný hnoj v dávke 50 t.ha<sup>-1</sup>. Na základe agrochemických rozborov pôd bolo v roku 2006 aplikované 102,7 kg N.ha<sup>-1</sup> vo forme DASA, resp. 25 kg K.ha<sup>-1</sup> vo forme 60 % KCl. V roku 2007 sme aplikovali 56,4 kg N.ha<sup>-1</sup> vo forme LAV.

Počas vegetačného obdobia repy cukrovej sme v dvojtýždňových intervaloch odoberali z hĺbok 0 až 0,3 m a 0,3 až 0,6 m vzorky zeminy na stanovenie amónneho a dusičnanového dusíka (kolorimetricky Nesslerovým činidlom, resp. kyselinou fenedisulfónovou). Obsah anorganického dusíka predstavuje ich sumu. Získané výsledky sme zostavili do tabuliek a štatisticky vyhodnotili programom Statgraphics ver. 5.1.

### Výsledky a diskusia

Z dôvodu veľkého množstva údajov neuvádzame tabuľky s obsahmi sledovaných anorganických foriem dusíka po jednotlivých odberoch, ale iba sumárne tabuľky a ich štatistické hodnotenie (tab. II., III., IV.)

Hodnoty dusičnanového dusíka sa pohybovali, bez ohľadu na sledované parametre, v rozmedzí 0,90 až 60,58 mg.kg<sup>-1</sup> s vysokým variačným koeficientom 80,66 %. Priemerná hodnota za celé pokusné obdobie bola 14,79 mg.kg<sup>-1</sup> ±11,93 (tab. III.). Štatisticky vysoko preukazný vplyv na zmeny obsahu dusičnanového dusíka v pôdnom profile mali vegetačné obdobie, odbery a hĺbka odberu pôdnych vzoriek (tab. III., IV.).

Z týchto údajov vyplýva výrazný vplyv poveternostných podmienok na priebeh a intenzitu mineralizácie a nitrifikácie a tým aj obsah anorganického dusíka v pôde. Vplyv poveternostných podmienok (teploty a zrážky) sa prejavil v priebehu vegetačného obdobia v roku 2007 výrazne vyššími hodnotami N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> v pôde (3,12 až 34,94 mg.kg<sup>-1</sup>) v porovnaní s rokom 2006 (1,65 až 20,04 mg.kg<sup>-1</sup>). Táto skutočnosť je podmienená najmä rozložením zrážok v priebehu vegetácie.

V dynamike N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sa premietli vplyvy hĺbky odberu pôdnych vzoriek, dátumov odberu pôdnych vzoriek a vegetačného obdobia. To znamená, že pri dynamike N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sa uplatňuje aj vplyv ročníka, najmä priebeh vlhkostných a teplotných pomerov pôdy. BIELEK (5) pri dynamike dusíka považuje tieto faktory za významnejšie ako hnojenie.

**U ZRODU  
VAŠEHO  
ÚSPĚCHU**

**FERTIGREEN Kombi NPK 7-7-5**  
**FERTI B**  
**FERTIMAG**  
**BOROSAN Forte**  
**MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn**  
**SK sol**

**LISTOVÁ HNOJIVA**  
 Nezbytná součást výživy rostlin navazující na základní výživu granulovanými hnojivy. Listová hnojiva LOVOCHEMIE obsahují rostlinné makro- a mikroživiny společně s adhezivními látkami a fytohormony. Zajišťují variabilitu jednotlivých zásahů podle aktuální potřeby rostlin a vysokou elektřivitu využití dodaných živin. Snadná a vyzkoušená je aplikace formou tankmixů s pesticidy.

[www.lovochemie.cz](http://www.lovochemie.cz)

**LOVOCHEMIE** s.r.o.  
 LOVOŠICE

Tab. II. Priemerné obsahy anorganických foriem dusíka za celé sledované obdobie

Sledovaný parameter		Priemerná hodnota (mg.kg <sup>-1</sup> )		
		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N <sub>in</sub>
Obrábacia	A	5,90	14,81	20,72
	B	6,32	14,38	20,70
Limity	$\alpha = 0,05$	1,14	1,36	2,13
	$\alpha = 0,01$	1,61	1,90	2,98
Hĺbka	0 - 0,3 m	6,99	19,29	26,29
	0,3 - 0,6 m	5,22	9,90	15,13
Limity	$\alpha = 0,05$	1,14	1,35	2,11
	$\alpha = 0,01$	1,59	1,89	20,95
Rok	2006	6,22	9,21	15,43
	2007	6,00	19,97	25,98
Limity	$\alpha = 0,05$	1,13	1,35	2,11
	$\alpha = 0,01$	1,59	1,89	2,95
Odbery	1	5,10	2,40	7,51
	2	8,73	13,57	22,30
	3	10,98	15,64	26,62
	4	7,47	27,49	34,96
	5	5,22	22,48	27,70
	6	5,03	19,46	24,49
	7	7,36	23,91	31,27
	8	4,26	10,43	14,72
	9	4,78	15,59	20,37
	10	4,93	18,88	23,81
	11	4,40	8,97	13,38
	12	5,70	8,21	13,91
	13	5,48	2,68	8,16
Limity	$\alpha = 0,05$	6,19	7,34	11,49
	$\alpha = 0,01$	7,78	11,31	14,44

Napriek vyrovnaným priemerným hodnotám obsahu dusičnanového dusíka v sledovaných variantoch obrábacia pôdy (A: 14,81 mg.kg<sup>-1</sup>, resp. B: 14,38 mg.kg<sup>-1</sup>) v priebehu celého pokusu, boli výrazné rozdiely v rámci vegetačného obdobia. Zatiaľ čo v prvom vegetačnom období (2006) boli vyššie koncentrácie vo variante A (11,21 mg.kg<sup>-1</sup>, resp. 7,22 mg.kg<sup>-1</sup>) vo

Tab. III. Základné štatistické charakteristiky nameraných hodnôt

Štatistické charakteristiky	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N <sub>an</sub>
Počet pozorovaní	104	104	104
Priemer	14,79	6,09	20,88
Štandardná odchýlka	11,93	3,66	13,30
Minimálna hodnota	0,90	2,8	5,54
Maximálna hodnota	60,58	22,58	68,68
Variačný koeficient (%)	80,66	60,10	63,74

vegetačnom období 2007 sme zistili vyššie obsahy dusičnanového dusíka vo variante B (21,53 mg.kg<sup>-1</sup>, resp. 18,42 mg.kg<sup>-1</sup>).

Vplyv obrábacia pôdy však vystupuje v interakcii s poveternostnými podmienkami, ktoré môžu viac-menej zastierať až eliminovať agrotechnické vplyvy na amonizáciu a nitrifikáciu. Dá sa predpokladať, že na ťažších pôdach vplyv agrotechniky cez prevzdušňovanie pôd bude ovplyvňovať procesy mineralizácie a nitrifikácie výraznejšie ako na pôdach ľahších.

Priemerná hodnota N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> v priebehu pokusného obdobia bola 6,09 mg.kg<sup>-1</sup> ±3,66 (tab. III.). Variabilita nameraných hodnôt amónneho dusíka bola pomerne vysoká: 60,10 %. Táto hodnota dokumentuje relatívne výraznú dynamiku amónnej formy dusíka v pôde v daných pôdno-klimatických podmienkach.

Napriek týmto údajom však amónny dusík nepodlieha takej výraznej dynamike v pôdnom prostredí ako dusík dusičnanový. Mnohí autori (8, 13, 14, 19) poukazujú na nižšiu dynamiku N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> v porovnaní s dusičnanovým dusíkom, pričom LOŽEK ET AL. (12) uvádzajú, že v dynamike amoniakálneho dusíka dominuje najmä ročník (81 až 86 %), potom hnojenie (11,5 až 17,9 %) a len 2 až 2,5 % vplyva doba odberu.

Zo štatistického hodnotenia analýzou variancie (tab. III., tab. IV.) vyplýva vysokopreukazný vplyv odberov na zmeny obsahu N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> v pôde a to aj napriek relatívne ustálenej dynamike. Najvyššie koncentrácie sme zistili na začiatku vegetačného obdobia repy cukrovej. Potvrdilo sa, že na zmeny koncentrácií amónneho dusíka v pôde skôr vplyvajú klimatické rozdiely v rámci jedného roku ako zmeny medzi sledovanými rokmi. Vplyv obrábacia pôdy sa štatisticky preukazuje neprejavil.

Obsah anorganického dusíka (suma N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) v pôde je relatívne stály a závisí najmä od klimatických podmienok (5, 14, 17). Túto skutočnosť potvrdzujú aj údaje v tab. II. a tab. IV., z ktorých možno vidieť, že na zmeny obsahu N<sub>an</sub> v pôde má štatisticky vysoko významný vplyv ( $\alpha = 0,01$ ) ročník, hĺbka odberu a dátum odberu. Všetky tieto zmeny sú však výrazne ovplyvnené dynamikou dusičnanového dusíka.

Spôsob obrábacia pôdy prostredníctvom rozdielnych aeráčnych podmienok ovplyvňuje mineralizačné a nitrifikačné procesy (9, 10,18). Podľa našich výsledkov však klasické obrábacia pôdy (variant A) mierne zvýšilo iba obsah amónneho dusíka. V súvislosti s týmito údajmi je možné odporúčať aj redukované obrábacia, nakoľko zníženie obsahu prístupných foriem dusíka v tomto variante bolo minimálne. Toto naše tvrdenie podporujú aj dosiahnuté úrody, ktoré boli vyššie pri redukovanom ako pri klasickom obrábacia (A: 48,42 t.ha<sup>-1</sup>, resp. B: 49,70 t.ha<sup>-1</sup> v priemere za dva sledované roky).

Totožné výsledky zistili aj SOON ET AL. (14) a ANGÁS (2), pričom vyššie hodnoty anorganického dusíka zistili vo variantoch s konvenčným obrábacia pôdy. Vplyv obrábacia pôdy však vystupuje v interakcii s poveternostnými podmienkami, pôdnymi vlastnosťami a environmentálnymi faktormi, ako je textúra pôdy, topografia a klíma, ktoré môžu viac-menej zastierať až eliminovať agrotechnické vplyvy na dynamiku pôdneho dusíka (1, 10).

Z výskumu KOVÁČIKA ET FECENKA (11) vyplýva, že obsahy jednotlivých foriem dusíka s hĺbkou pôdy klesali, pričom sa menilo ich percentuálne zastúpenie na dusíku celkovom. Táto zmena participácie na obsahu N<sub>i</sub> mala pri formách anorganického dusíka s rastom hĺbky odberu pôdnych vzoriek charakter poklesu a pri formách organického dusíka charakter nárastu, čo poukazuje na skutočnosť, že množstvá amónneho a dusičnanového dusíka sú v porovnaní s organickými formami dusíka výraznej-

šie ovplyvňované mikrobiálnou činnosťou pôdy, ktorá sa s rastúcou hĺbkou zoslabovala. V oboch hĺbkach (0,0 až 0,3 m a 0,3 až 0,6 m) dominoval podľa autorov amónny dusík nad dusíkom dusičnanovým, čo nekorešponduje s našimi zisteniami, podľa ktorých pri osobitnom porovnávaní obsahov  $N-NH_4^+$  a  $N-NO_3^-$  v oboch hĺbkach sa zistila prevaaha dusičnanového dusíka v oboch sledovaných hĺbkach pôdneho profilu.

Dokazujú to aj výsledky SMATANU (15), podľa ktorého obsah anorganických foriem dusíka smerom do hĺbky sa spravidla postupne znižuje. To sa zhoduje s názorom DEMA (8), ktorý tvrdí, že celkovo najvyšší obsah dusíka v najvrchnejšej vrstve pôdy podmieňuje obsah organickej hmoty, hĺbka zapracovania dusíkatých organických hnojív, ale aj podmienky mineralizácie a nitrifikácie.

### Záver

Výsledky poľného pokusu potvrdili závislosť dynamiky anorganických foriem dusíka v pôde od poveternostných podmienok, najmä od množstva zrážok a s tým súvisiacou vlhkosťou pôdy. V priebehu sledovaného obdobia v pôde prevažoval dusičnanový dusík. Závislosť od klimatických podmienok potvrdili aj štatistické údaje.

Spôsob obrábania pôdy, napriek zmene prevzdušnenia pôdy, nemal taký výrazný vplyv na obsah anorganických foriem dusíka. Koncentrácie sledovaných foriem dusíka boli vyrovnané pričom vyššie obsahy dusičnanového dusíka boli na variante s klasickým obrábaním – variant A (14,81 mg.kg<sup>-1</sup>, resp. 14,38 mg.kg<sup>-1</sup>), zatiaľ čo pri amónnom dusíku boli vyššie koncentrácie pri redukovanom obrábaní – variant B (6,32 mg.kg<sup>-1</sup>, resp. 5,90 mg.kg<sup>-1</sup>).

Pomer anorganických foriem dusíka v priebehu vegetačného obdobia bol priaznivý pre kvalitu repy cukrovej (v pôde prevažoval dusičnanový dusík).

Článok vznikol na základe riešenia projektu VEGA č.1/2430/05 „Biologická racionalizácia a optimalizácia produkčného procesu cukrovej repy z hľadiska eliminácie negatívneho dopadu sucha na výsledné kvantitatívne a kvalitatívne parametre produkcie“.

### Literatúra

1. AL-KAISI M., YIN X., LICHT M. A.: Soil carbon and nitrogen changes as influenced by tillage and cropping systems in some Iowa soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2005 (105), s. 635–647.
2. ANGÁS P., LAMPURLANÉS J., CANTERO-MARTÍNEZ C.: Tillage and N fertilization effects on N dynamics and Barley yield under semiarid Mediterranean conditions. *Soil and Tillage research*, 87, 2006, s. 59–71.
3. BAJČI P., PAČUTA V., ČERNÝ I.: *Cukrová repa*. UVTIP NOI, Nitra, 1997, 111 s.
4. BALÍK J. ET AL.: Nitrogen balance and mineral nitrogen content in the soil in a long experiment with maize under different systems of N fertilization. *Plant, Soil and Environment*, 49, 2003 (12), s. 554–559.
5. BIELEK P.: *Dusík v pôde a jeho premeny*. Bratislava: Príroda, 1984, 135 s.
6. BIELEK P.: *Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska*. Bratislava: VUPOP, 1998, 250 s. ISBN 80-85361-44-2.

Tab. IV. Analýza variancie foriem dusíka v pôde

Forma dusíka	Zdroj premenlivosti	f	MS	F <sub>vyp</sub>	P
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	rok	1	2 797,71	63,38	0,0000
	obrábanie	1	0,00	0,00	0,9935
	hĺbka odberu	1	2 479,98	56,18	0,0000
	dátum odberu	12	456,77	10,35	0,0000
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	rok	1	0,87	0,08	0,7730
	obrábanie	1	3,46	0,33	0,5660
	hĺbka odberu	1	78,73	7,55	0,0073
	dátum odberu	12	31,66	3,04	0,0013
N <sub>an</sub>	rok	1	2 702,59	44,18	0,0000
	obrábanie	1	3,56	0,06	0,8099
	hĺbka odberu	1	3 445,52	56,32	0,0000
	dátum odberu	12	557,68	9,12	0,0000

f – stupeň volnosti  
 MS – priemerný štvorec  
 F<sub>vyp</sub> – vypočítaná F hodnota  
 P – preukazná hladina

7. ČERNÝ I.: Podiel niektorých faktorov na úrode cukrovej repy. *Listy cukrov. a řep.*, 110, 1994 (2), s. 38.
8. DÉCAU J. ET AL.: Systèmes de culture et dynamique de l'azote du sol. Présence et formes de l'azote minéral après les récoltes. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 80, 1994 (1), s. 91–102.
9. DELPHINE J. E.: Estimation of nitrogen mineralization in the field from an incubation test and from soil analysis. *Agronomie*, 20, 2000, s. 349–361.
10. DEMO, M.: Vplyv rozdielneho základného obrábania pôdy na obsah a dynamiku anorganických foriem dusíka v ornici hneдозeme. *Poľnohospodárstvo*, 36, 1990 (3), s. 194–201.
11. KOVÁČIK P., FECENKO J.: Kvantifikácia pôdneho dusíka. *Acta fytotechnica*, Nitra: VŠP, (49), 1994, s. 27–35, ISBN 80-7137-153-X.
12. LOŽEK O., BÍZIK J., FECENKO J.: Dynamika anorganického dusíka v pôde a jej vplyv na úrodu a kvalitu jarného jačmeňa. *Rostlinná výroba*, 37, 1991 (5), s. 441–451.
13. MARY B. ET AL.: Calculation of nitrogen mineralization and leaching in fallow soil using a simple dynamic model. *European J. of Soil Sci.*, 50, 1999, s. 549–566.
14. ONDRIŠÍK P.: *Dynamika a migrácia minerálnych zlúčenín dusíka v pôdnom profile a možnosti ich regulácie*. Habilitačná práca, Nitra: VŠP, 1998. 160 s.
15. SMATANA J.: *Obrábanie pôdy ako faktor regulácie výživy ozimnej pšenice dusíkom*. Kandidátska dizertačná práca. Nitra: VŠP. 1994, 155 s.
16. SOON Y. K., CLAYTON G. N., RICE W. A.: Tillage and Previous Crop Effects on Dynamics of Nitrogen in a Wheat-Soil system. *Agron. J.*, 93, 2001, s. 842–849.
17. STANFORD G., LEGG J. O., CHICHESTER F. W.: Transformation of fertilizer nitrogen in soil. I. Interpretation based on chemical extractions of labelled and unlabelled nitrogen. *Plant and soil*, 33, 1970, s. 425–435.
18. ŠIMEK M.: Nitrifikace v půdě – terminologie a metodologie (studie). *Rostl. Vjřr.*, 46, 2000 (9), s. 385–395.
19. ŠTEVLÍKOVÁ T., KOPČANOVÁ E.: Transformácia dusíka v pôde pri rôznych systémoch obrábania. In *Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie „AF a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku“: Environmentálne problémy súčasného poľnohospodárstva*. Nitra: VŠP, 1996, s. 173–176. ISBN 80-7137-276-5.

**Ondrišík P., Porhajašová J., Pačuta V., Urminská J., Černý I., Ňaršanská M.: Dynamic of inorganic nitrogen in the soil under sugar beat in dependence on soil cultivation**

In the stationary field experiment the effect of different soil cultivation (A – 1. stubble breaking, 2. mean ploughing, 3. deep ploughing; B – 1. stubble breaking, 2. ploughing up to 0.25 m) on dynamics of inorganic nitrogen in the soil under sugar beat was studied on Orthic Luvisol in 2006 and 2007 year.

The results of our field trial confirmed the dependence of dynamic inorganic nitrogen forms in the soil on weather conditions, mainly rainfall and soil humidity. During a vegetation the nitrate nitrogen dominated. This dependence was statistically certified .

Soil cultivation, despite of the soil aerating change, has not important influence on content of inorganic nitrogen forms in the soil.

The concentrations of nitrogen forms were well-balanced. The higher concentrations of nitrate nitrogen were in variant A, while the concentrations of ammonium nitrogen were higher in variant B. The proportion of inorganic nitrogen forms was favourable for sugar beat quality.

**Key words:** inorganic nitrogen, cultivation, ploughing, sugar beat.

---

**Kontaktná adresa – Contact address:**

doc. Ing. Peter Ondrišík, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra environmentalistiky a zoológie, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, e-mail: peter.ondrisik@uniag.sk

---