

# BALANCE OF NUTRIENTS IN INTEGRATED AND ECOLOGICAL FARMING SYSTEM

## BILANCIA ŽIVÍN V INTEGROVANOM A EKOLOGICKOM SYSTÉME HOSPODÁRENIA NA PÔDE

**Jakub P., Ložek O.**

Katedra agrochémie a výživy rastlín, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr.A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, Tel: + 421 37 641 4840, Fax: + 421 37 641 4487

E-mail: peter.jakub@yahoo.co.uk, Otto.Lozek@uniag.sk

---

### ABSTRACT

A small-plot experiment was investigated in years 2002-2004 at the SPU Nitra- EXBA Dolná Malanta under the project VEGA no. 1/8089/02. Balance of nutrients (N, P, K) was investigated on loamy brownsoil under integrated (IS) and ecological (ES) farming system within six-field crop rotation. Crop rotation of IS and ES are shown in table no.1. Crops used in the experiment are follows: winter wheat, spring barley, pea, lucerne, corn silage, horsebean with lucerne. In both farming systems was 2 variants: non fertilized and fertilized. On fertilized variant in ES was applied only organic fertilizers (manure) and on fertilized variant in IS was applied not only organic fertilizers, but also artificial fertilizers. Fertilization was performed on the basis of soil and plant analyses using balance method. Inputs to the both systems were by seed, by organic and artificial fertilizers, by symbiotically and asymbiotically fixation of nitrogen, by rain deposit. Outputs from both systems were by yield of crops and by egestion of nitrogen. Except balance of nutrients was also calculated a percentage of nutrients substitution, that means percentage of inputs from outputs. Inputs and outputs by the elements and nutrient balance in IS and ES are shown in table no.2 and no.3. Deficit of nitrogen in IS represented 7,4 kg. N.ha<sup>-1</sup>. yr<sup>-1</sup> on fertilized variant, that is substitution of this element reached level of 95,9 %. At the same variant deficiency of P and K was 10,4 kg. P.ha<sup>-1</sup>. yr<sup>-1</sup> and 122,6 kg. K.ha<sup>-1</sup>. yr<sup>-1</sup> and its substitution amounted 69,9 and 31,9 % respectively. As far as the fertilized variant of ES is concerned deficit of N, P and K represented 40,8; 18,3 and 144,5 kg. ha<sup>-1</sup>. yr<sup>-1</sup> respectively and their respective substitution achieved level of 77,2; 28,5 and 21,9 %. By the balance of nutrients was established a deficiency of all investigated elements in both framing systems. In ES deficiency was higher in most of the event that in IS. The highest deficiency in both farming systems was the deficit of potassium and the lowest was the deficit of nitrogen.

**Key words:** farming system; balance of nutrients; nitrogen; phosphorus; potassium

## ÚVOD

V prirodzenom kolobehu živín sú vstupy do pôdy realizované formou priemyselných a organických hnojív, sadivom a osivom, pozberovými a koreňovými zvyškami, závlahovou vodou, atmosferickými zrážkami, defixáciou ílových minerálov, mineralizáciou pôdnej organickej hmoty a v prípade dusíka aj symbiotickou a nesymbiotickou fixáciou. Úbytok živín z pôdy je realizovaný odbermi úrodou hlavného a vedľajšieho produktu, veternou a vodnou eróziou, vyplavovaním do hlbších vrstiev, fixáciou do neprístupných foriem a únikom do atmosféry [1, 3, 6].

Predpokladom čo najobjektívnejšieho vybilancovania živín v pôde je získanie čo najväčšieho množstva reprezentatívnych informácií o ich vstupoch a výstupoch a najmä uplatnenie správneho modelu výpočtu bilancie. V súčasnosti existuje viacero úspešných i menej úspešných metodík výpočtu vstupov a výstupov živín z pôdy, z poľnohospodárskej sústavy [4, 5, 8].

## MATERIÁL A METODIKA

Poľný maloparcelový pokus sa realizoval v pokusných rokoch 2002 až 2004 na výskumnej báze SPU Nitra - Dolná Malanta v rámci výskumného projektu VEGA č.1/8089/02. Výskumná báza patrí do makrooblasti teplej, podoblasti veľmi suchej, okrsku mierne chladnej zimy s priemernou ročnou teplotou vzduchu 10,2 °C a s priemernou teplotou za vegetačné obdobie (IV.-IX.) 16,3 °C. Priemerné ročné atmosferické zrážky boli 539 mm. Prevládajúci smer vetra je severozápadný [10]. Pôdnym typom na výskumnej báze je hnedozem pseudoglejová na proluviálnych zosprašovaných sedimentoch [2]. Bilancia vstupov a výstupov dusíka, fosforu a draslíka sa sledovala na maloparcelovom pokuse pri integrovanom a ekologickom systéme hospodárenia na pôde v rámci 6 honového osevného postupu. V rámci oboch systémov hospodárenia boli dva varianty: hnojený a nehnojený. Osevné postupy systémov hospodárenia na pôde v rokoch 2002-2004 sú uvedené v tabuľke 1.

Tab.1 Plodiny v osevnom postupe v pokusných rokoch 2002-2004, EXBA Dolná Malanta.

Č.p	Rok 2002		Rok 2003		Rok 2004	
	Integrovaná sústava	Ekologická sústava	Integrovaná sústava	Ekologická sústava	Integrovaná sústava	Ekologická sústava
1	Pšenica letná f. ozimná	Lucerna siata	Hrach siaty	Pšenica letná f. ozimná	Pšenica letná f. ozimná	Hrach siaty
2	Kukurica na siláž*	Hrach siaty	Jačmeň jarný	Kukurica na siláž*	Lucerna + bôb	Jačmeň jarný
5	Pšenica letná f. ozimná	Bôb+lucerna	Kukurica na siláž*	Lucerna siata	Jačmeň jarný	Pšenica letná f. ozimná
6	Hrach siaty	Kukurica na siláž*	Pšenica letná f. ozimná	Jačmeň jarný	Kukurica na siláž*	Lucerna + bôb
7	Bôb+lucerna	Jačmeň jarný	Lucerna siata	Lucerna + bôb	Lucerna siata	Lucerna siata
8	Jačmeň jarný	Pšenica letná f. ozimná	Pšenica letná f. ozimná	Hrach siaty	Hrach siaty	Kukurica na siláž*

Poznámka: \* - hnojené maštal'ným hnojom v dávke 40 t.ha<sup>-1</sup>.

V pokusoch sa použili nasledovné odrody jednotlivých pestovaných plodín : pšenica letná f. ozimná - Samanta, jačmeň jarný - Jubilant, Kukurica siata na siláž - LG 2306, hrach siaty - Olivín, bôb obyčajný - Brok, lucerna siata - Palava.

Každá plodina sa pestovala v štyroch opakovaníach. Veľkosť jednej parcely predstavuje výmeru 10 m<sup>2</sup>. Označenie parciel bolo nasledovné : 1, 2, 5, 6, 7 a 8. Nehnojený variant parcely č.1 v integrovanej sústave mal označenie A1-0 a hnojený variant A1-OR. V ekologickej sústave sa nehnojený variant parcely č.1 označuje B1-0 a hnojený variant B1-OR. Jednotlivé opakovania boli označované malými písmenami abecedy – a, b, c, d. Pri bilancovaní jednotlivých živín sa využili priemerné hodnoty zo štyroch opakovaní.

Na nehnojených variantoch v oboch sústavách sa hnojenie nerealizovalo. Na hnojenom variante ekologickej sústavy sa aplikovali iba organické hnojivá (maštalný hnoj ) a na hnojenom variante integrovanej sústavy sa okrem organických hnojív aplikovali aj priemyselné hnojivá (LAV 27, superfosfát, draselná soľ). Pri kukurici na siláž na hnojených variantoch v oboch sústavách sa aplikoval maštalný hnoj v dávke 40 t.ha<sup>-1</sup>. Hnojenie priemyselnými hnojivami sa realizovalo na základe rozborov pôdy a rastlín bilančnou metódou.

Pri bilancovaní živín sme počítali s týmito vstupmi do sústavy: osivom, organickými hnojivami, priemyselnými hnojivami a v prípade dusíka aj symbiotickou a nesymbiotickou fixáciou a taktiež atmosferickým spádom. Výstupy živín z oboch sústav boli odberom úrodou hlavného a vedľajšieho produktu a pri dusíku sa do úvahy brali aj straty vyplavením.

Pri zbere úrod pšenice, jačmeňa a hrachu sa odoberali vzorky hlavných a vedľajších produktov, t.j. zrna a slamy. Pri zbere úrod lucerny, bôbu a kukurice na siláž sa odoberali vzorky celých rastlín, nakoľko pri týchto plodinách je hlavným produktom celá rastlina. V odobratých vzorkách rastlinného materiálu sa stanovili makroživiny dusík, fosfor a draslík. Celkový obsah dusíka v rastlinnom materiály sme stanovili Kjeldahlovou metódou a celkový obsah fosforu a draslíka sme stanovili mokrou cestou podľa metodiky vyvinutej vo VÚRV v Prahe – Ruzyni. Získané výsledky rozborov sa využili na výpočet množstva odobratých živín plodinami z oboch sústavy t.j. výstupov živín zo sústav a to nasledovným spôsobom: obsah živín zistený v hlavnom a vo vedľajšom produkte jednotlivých plodín (pri kukurici na siláž, bôbe a lucerne iba v hlavnom produkte) sa vynásobil úrodou hlavného a vedľajšieho produktu príslušnej plodiny (pri kukurici na siláž, bôbe a lucerne iba úrodou hlavného produktu). Súčet odberov živín jednotlivými plodinami (súčet odberu živín hlavným a vedľajším produktom) sa delil počtom parciel (6) aby sa zistil priemerný odber (výstup) jednotlivých živín v kg na hektár za rok.

Priemerné straty N vyplavením za rok dosahujú v podmienkach Slovenska hodnotu okolo 7 kg.N.ha<sup>-1</sup> [7]. Pri bilancovaní dusíka sme počítali s týmto množstvom vyplaveného dusíka.

Počas pokusných rokov 2002 - 2004 sa každoročne analyzovali používané osivá jednotlivých pestovaných plodín na zistenie obsahu živín (N, P a K) v týchto osivách. Získané výsledky sa použili pri výpočte vstupu živín do sústavy osivom a to nasledovným spôsobom: obsah živín zistený v osive sa vynásobil príslušným výsevkom jednotlivých plodín a delil sa počtom parciel (6) aby sa zistil priemerný vstup jednotlivých živín v kg na hektár za rok.

Vstup živín do oboch sústav organickými hnojivami (maštal'ným hnojom) v kg na 1 hektár za rok sa zistil tak, že obsah živín v maštal'nom hnoji sa násobil jeho dávkou ( $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) a delil počtom parcel. Pri maštal'nom hnoji sa bral do úvahy nasledovný obsah živín : N-0,43 %, P-0,1 %, K-0,59 %.

Vstup živín do oboch sústav priemyselnými hnojivami v kg na 1 hektár za rok sa zistil tak, že súčet množstva aplikovaných živín (dusíka, fosforu a draslíka) v kg k jednotlivým pestovaným plodinám sa delil počtom parcel.

Vstup dusíka do oboch systémov hospodárenia biologickou fixáciou bôbovitými rastlinami v kg na hektár za rok sa vypočítal nasledovne. Pri lucerne sa predpokladá, že 80 % dusíka prijatej nadzemnou hmotou pochádza z biologickej fixácie zo vzduchu a zvyšných 20 % N pochádza z pôdy. Pri dusíku viazaného v koreňoch a pozberových zvyškoch lucerny sa predpokladajú rovnaké percentá biogénne fixovaného dusíka zo vzduchu (80 %) a z pôdy (20 %). Keďže lucerna má menšie množstvo koreňovej hmoty a menší % obsah N v koreňoch, preto sa počíta, že v koreňoch a pozberových zvyškoch sa biogénne fixovalo 20 % z celkovej fixácie zo vzduchu.

Pri vstupe dusíka do pôd oboch sústav zrážkami (atmosferickým spádom) sme počítali s hodnotou  $13,72 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , ktorú uvádza [9].

Okrem bilancií živín sa vypočítal pri každom prvku aj percento nahradenia živín, t.j. percento vstupov z výstupov, ktoré vyjadruje úroveň nahradenia vystupujúcich živín zo sústav.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

V integrovanom systéme hospodárenia na pôde na hnojenom variante bol trojročný priemerný vstup dusíka  $171,2 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Výstup dusíka zo sústavy bol na úrovni  $178,6 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Bilancia dusíka, t.j. vstupy N – výstupy N predstavujú deficit  $7,4 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , čo predstavuje nahradenie dusíka vstupmi z výstupov na úrovni 95,9 %. Na nehnojenom variante bol deficit dusíka  $64,6 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , čo predstavuje nahradenie dusíka len na úrovni 59,7 %.

Vstupy fosforu na hektár na hnojenom variante spolu predstavovali  $24,28 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Výstupy fosforu odberom úrodou boli na úrovni  $34,7 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Bilancia fosforu predstavovala deficit  $10,4 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , čo predstavuje nahradenie fosforu vstupmi z výstupov na úrovni 69,9 %. Na nehnojenom variante bol deficit fosforu  $29,8 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , čo predstavuje nahradenie fosforu len na úrovni 2,3 %.

Vstupy draslíka na hektár na hnojenom variante boli spolu  $57,5 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Výstupy draslíka odberom úrodou boli na úrovni  $180,1 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Bilancia draslíka predstavovala deficit  $122,6 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , čo predstavuje nahradenie draslíka vstupmi z výstupov na úrovni 31,9 %. Na nehnojenom variante bol deficit draslíka  $142,9 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  a jeho nahradenie bolo na úrovni 1,0 %. Vstupy a výstupy jednotlivých živín a bilancia živín v integrovanej sústave je uvedená v tabuľke 2.

Tab.2 Bilancia dusíka, fosforu a draslíka v integrovanej sústave, priemer za roky 2002 -  
**Acknowledgment**

Financial support by the research project of FRVŠ/MŠMT 2624/2007, NAZV/MZe QG 50034 and GAČR 521/05/H013 is gratefully acknowledged.

Integrovaná sústava							
		Bilancia živín v kg.ha <sup>-1</sup>					
		N		P		K	
		nehnojené	hnojené	nehnojené	hnojené	nehnojené	hnojené
Vstupy	osivom (kg.ha <sup>-1</sup> )	5,63	5,63	0,71	0,71	1,46	1,46
	priem. hnojivami (kg.ha <sup>-1</sup> )	0	42,7	0	16,9	0	16,7
	maš'alaľným hnojom (40 t.ha <sup>-1</sup> )	0	28,67	0	6,67	0	39,33
	symbiot. a asymbiot. fixáciou (kg.ha <sup>-1</sup> )	76,4	80,5	0	0	0	0
	atmosfer. spádrom (kg.ha <sup>-1</sup> )	13,72	13,72	0	0	0	0
<b>Vstupy spolu</b>		<b>95,75</b>	<b>171,2</b>	<b>0,71</b>	<b>24,28</b>	<b>1,46</b>	<b>57,49</b>
Výstupy	odber živín plodinami (kg.ha <sup>-1</sup> )	153,3	171,6	30,5	34,7	144,4	180,1
	vyplavením (kg.ha <sup>-1</sup> )	7,0	7,0	0	0	0	0
<b>Výstupy spolu</b>		<b>160,3</b>	<b>178,6</b>	<b>30,5</b>	<b>34,7</b>	<b>144,4</b>	<b>180,1</b>
Bilancia v kg.ha <sup>-1</sup>		-64,6	-7,4	-29,8	-10,4	-142,9	-122,6
Percento vstupov z výstupov, t.j. % nahradenia živín		59,7	95,9	2,3	69,9	1,0	31,9

Vstupy dusíka v ekologickom systéme hospodárenia na hnojenom variante spolu predstavovali 138,5 kg N.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Výstupy dusíka zo sústavy boli úrodou hlavného a vedľajšieho produktu a vyplavením to 179,3 kg N.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Bilancia dusíka predstavovala deficit 40,8 kg N.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, čo predstavuje nahradenie dusíka vstupmi z výstupov na úrovni 77,2 %. Na nehnojenom variante bol deficit dusíka 59,5 kg N.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, čo predstavuje nahradenie dusíka na úrovni 64,6 %.

Vstupy fosforu na hektár na hnojenom variante spolu predstavovali 7,3 kg P.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Výstupy fosforu boli na úrovni 25,6 kg P.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Bilancia fosforu predstavovala deficit 18,3 kg P.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, čo predstavuje nahradenie fosforu vstupmi z výstupov na úrovni 28,5 %. Na nehnojenom variante bol deficit fosforu 23,1 kg P.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, čo predstavuje nahradenie fosforu len na úrovni 2,5 %.

Vstupy draslíka na hektár na hnojenom variante boli spolu 40,6 kg K.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Výstupy draslíka odberom úrodou boli na úrovni 185,1 kg K.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Bilancia draslíka predstavovala deficit 144,5 kg K.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, čo predstavuje nahradenie draslíka na úrovni 21,9 %. Na nehnojenom variante bol deficit draslíka 165,8 kg K.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> a jeho nahradenie bolo

na úrovni 0,8 %. Vstupy a výstupy jednotlivými živinami a bilancia živín v ekologickej sústave je uvedená v tabuľke 3.

Tab.3 Bilancia dusíka, fosforu a draslíka v ekologickej sústave, priemer za roky 2002-2004.

Ekologická sústava							
		Bilancia živín v kg.ha <sup>-1</sup>					
		N		P		K	
		nehnojené	hnojené	nehnojené	hnojené	nehnojené	hnojené
Vstupy	osivom (kg.ha <sup>-1</sup> )	5,03	5,03	0,6	0,6	1,31	1,31
	maštalným hnojom (40 t.ha <sup>-1</sup> )	0	28,67	0	6,67	0	39,33
	symbiot. a asymbiot. fixáciou (kg.ha <sup>-1</sup> )	89,8	91,1	0	0	0	0
	atmosferickým spádom (kg.ha <sup>-1</sup> )	13,72	13,72	0	0	0	0
<b>Vstupy spolu</b>		<b>108,6</b>	<b>138,5</b>	<b>0,6</b>	<b>7,3</b>	<b>1,31</b>	<b>40,6</b>
Výstupy	odber živín plodinami (kg.ha <sup>-1</sup> )	161,1	172,3	23,7	25,6	167,1	185,1
	vyplavením (kg.ha <sup>-1</sup> )	7,0	7,0	0	0	0	0
<b>Výstupy spolu</b>		<b>168,1</b>	<b>179,3</b>	<b>23,7</b>	<b>25,6</b>	<b>167,1</b>	<b>185,1</b>
Bilancia v kg.ha <sup>-1</sup>		-59,5	-40,8	-23,1	-18,3	-165,8	-144,5
Percento vstupov z výstupov, t.j. % nahradenia živín		64,6	77,2	2,5	28,5	0,8	21,9

## ZÁVER

Pri bilancii živín v integrovanej aj v ekologickej sústave sa zistil deficit všetkých troch sledovaných prvkov, napr. deficit dusíka v integrovanej sústave na hnojenom variante predstavoval 7,4 kg.N.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, t.j. nahradenie dusíka bolo na úrovni 95,9 %. V ekologickej sústave sa vo väčšine prípadov zistil väčší deficit živín ako v integrovanej sústave hospodárenia na pôde, napr. v integrovanej sústave bol deficit fosforu 10,4 kg.P.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, čo predstavuje jeho nahradenie na 69,9 % a v ekologickej sústave bol deficit fosforu na úrovni 18,3 kg.P.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, čo predstavuje jeho nahradenie na 28,5 %. Rozdielne výsledky sme zistili pri dusíku na nehnojenom variante, kde bolo nahradenie N (% vstupov z výstupov) v ekologickej sústave na väčšej úrovni ako v integrovanej sústave. Dôvodom je väčšie množstvo biologicky fixovaného dusíka, čo je spôsobené väčším zastúpením lucerny v oševnom postupe ekologickej sústavy. V integrovanej a aj v ekologickej sústave sa zistil najväčší deficit draslíka. Najmenší deficit v oboch sústavách sa zistil pri dusíku.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] BÍZIK, J.: Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom. Bratislava: VEDA, SAV, 1989, 192 s., ISBN 80-224-0041-6
- [2] HANES, J.: Charakteristika hnedozemnej pôdy na výskumno-experimentálnej báze AF VŠP Nitra-Dolná Malanta. Nitra: VŠP, 1993, 29 s. ISBN 80-7137-095-9
- [3] JURČOVÁ, O.- FALŤANOVÁ, N.: Modifikácia zásad bilancie živín v agrocenózach. Metodika, VÚPÚ Bratislava, 21 s.
- [4] KLÍR, J.: Bilance rastlinných živín. Výskumný ústav rastlinné výroby, Praha 6 – Ruzyně, Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha, 1999, 43 s., ISBN 80-7271-061-3
- [5] KOVÁČIK, P.: Metodika bilancie živín v pôde ekologicky hospodáriacich podnikov, SPU Nitra, VES SPU, 2001, 44 s., ISBN 80-7137-957-3
- [6] LOŽEK, O. – FECENKO, J. – BORECKÝ, N. : Základy výživy a hnojenia rastlín. Nitra, 1995, 132 s.
- [7] LOŽEK, O. – BÍZIK, J. – FECENKO, J. – KOVÁČIK, P. – VNUK, Ľ.: Výživa a hnojenie rastlín, edícia Trvale udržateľné systémy v poľnohospodárstve, SPU Nitra, 1997, 104 s.
- [8] NEUERBURG, W. – PADEL, S.: Ekologické zemědělství v praxi. Nadace pro organické zemědělství, Praha, 1994, 476 s.
- [9] NOSKOVIČ, J.- BABOŠOVÁ, M.- URMINSKÁ, J. – ONDRIŠÍK, P.: Monitoring vstupov dusíka mokrou depozíciou do pôdy v oblasti mesta Nitry. In: Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe. Medzinárodný vedecký seminár, SPU Nitra, 2000, s. 148-149.
- [10] ŠPÁNIK, R.- REPA, Š.- ŠIŠKA, B.: Agroklimatické a fenologické pomery Nitry. SPU Nitra, VES SPU, 2002, 52 s., ISBN 80-7137-987-5