

vedecký časopis pre racionálne využívanie agrochemikálií v poľnohospodárstve
scientific journal for rational utilization of agrochemicals in agriculture

AGRO

chémia | chemistry

volume XXIII. (59)

2019



vedecký časopis pre racionálne využívanie
agrochemikálií v poľnohospodárstve



scientific journal for rational utilization
of agrochemicals in agriculture

Ročník XXIII. (59), číslo 2/2019, vydané október 2019

Vychádza dvakrát ročne

Šéfredaktor: prof. Ing. Otto Ložek, CSc.
Zást. šéfredaktora: doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.
Vedúca redaktorka: doc. Ing. Oľga Roháčiková, PhD.

Redakčná rada:

predseda: prof. Ing. Otto Ložek, CSc.
prof. Ing. Jiří Balík, CSc. (ČZU Praha, ČR)
prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc.
(MENDELU Brno, ČR)
Ing. František Kotvas, CSc.
Ing. Vincent Lacko
prof. Ing. Tomáš Lošák, PhD.
(MENDELU Brno, ČR)
prof. dr. hab. Barbara Filipek-Mazur
(Akademia Rolnicza, Krakow, Poľsko)
doc. Ing. Peter Ondrišík, CSc.
prof. Ing. Rostislav Richter, DrSc.
(MENDELU Brno, ČR)
doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.
prof. Dr. hab. Ewa Spychaj-Fabisiak
(UT-P, Bydgoszcz, Poľsko)
prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc.
(ČZU Praha, ČR)
prof. Ing. Ján Tomáš, CSc.
Ing. Kamil Vali (Duslo, a. s.)
prof. Ing. Václav Vaněk, CSc.
(ČZU Praha, ČR)

Adresa redakcie: Vydavateľstvo SPU, Tr. A. Hlinku 2,
949 76 Nitra
Tel.: 037/641 45 69
Fax: 037/651 15 93
e-mail: olga.rohacikova@uniag.sk
otto.lozek@uniag.sk
pavol.slamka@uniag.sk

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita
v Nitre, verejná vysoká škola,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra
IČO 00397482

Povolené MK SR pod registračným číslom 1711/97
Časopis je excerpovaný do medzinárodného systému
AGRIS FAO

Časopis je možné zakúpiť alebo objednať v predajni kníh
v suteréne pavilónu „CH“ SPU v Nitre

web: www.agrochemia.uniag.sk

Sadzba: Tatiana Šmehilová

ISSN 1335-2415, EV 3392/09

© SPU Nitra a Duslo, a. s., 2019

Volume XXIII. (59), Number 2/2019

It is published twice a year

Editor-in chief: prof. Ing. Otto Ložek, CSc.
Co-Editor: doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.
Executive editor: doc. Ing. Oľga Roháčiková, PhD.

Editorial board:

Chairman: prof. Ing. Otto Ložek, CSc.
prof. Ing. Jiří Balík, CSc. (ČZU Praha, CR)
prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc.
(MENDELU Brno, CR)
Ing. František Kotvas, CSc.
Ing. Vincent Lacko
prof. Ing. Tomáš Lošák, PhD.
(MENDELU Brno, CR)
prof. dr. hab. Barbara Filipek-Mazur
(Akademia Rolnicza, Krakow, Poland)
doc. Ing. Peter Ondrišík, CSc.
prof. Ing. Rostislav Richter, DrSc.
(MENDELU Brno, CR)
doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.
prof. Dr. hab. Ewa Spychaj-Fabisiak
(UT-P, Bydgoszcz, Poland)
prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc.
(ČZU Praha, ČR)
prof. Ing. Ján Tomáš, CSc.
Ing. Kamil Vali (Duslo, a.s.)
prof. Ing. Václav Vaněk, CSc.
(ČZU Praha, CR)

Address of editorial office: Publishing centre of SUA
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, SR
Tel.: +421 37 641 45 69
Fax: +421 37 651 15 93
e-mail: olga.rohacikova@uniag.sk
otto.lozek@uniag.sk
pavol.slamka@uniag.sk

Permitted by MK SR with registration number 1711/97

The journal is comprised in international system of AGRIS FAO

The journal can be bought or ordered at the Slovak University
of Agriculture in Nitra

web: www.agrochemia.uniag.sk

Set-type: Tatiana Šmehilová

ISSN 1335-2415, EV 3392/09

© SPU Nitra and Duslo, a. s., 2019

Vplyv dávok dusíka na výšku úrody a efektívnosť hnojenia kukurice siatej (*Zea mays* L.)

Effect of nitrogen doses on yield of corn and fertilization efficiency of maize (*Zea mays* L.)

Ladislav Ducsay, Juraj Drgoňa,
Mária Vicianová

The main aim of experiment was to monitor the effect of nitrogen doses on yield of corn and maize fertilization efficiency. As well as the correlation of yield and doses of nitrogen. The plot scale experiment was based in experimental years 2014 and 2015 in terms of agricultural cooperative in Mojmirovce. Hybrid LG 30.369 was seeded. There were three treatments of fertilization and the block method of experimental plot size 225 m² tested in triplicate was used in this experiment. The first treatment 1₀₊₀ was unfertilized control treatment. The second treatment 2₀₊₆₀ was fertilized by dose of nitrogen 60 kg.ha⁻¹ N in the form of UAN 390 and there was applied 120 kg.ha⁻¹ N at treatment 3₆₀₊₆₀. 60 kg.ha⁻¹ N was applied in the form of urea and 60 kg.ha⁻¹ N in the form of UAN 390. The highest average yield 10.27 t.ha⁻¹ was reached at treatment 3₆₀₊₆₀. Compared to different dose of nitrogen applied at treatment 2₀₊₆₀ (yield 8.69 t.ha⁻¹), it means statistically high significant difference. There were the increase by 9.03% (2₀₊₆₀) and 28.86% (3₆₀₊₆₀) compared to unfertilized control treatment. The average yield 9.42 t.ha⁻¹ was reached in 2014, while average yield in 2015 was statistically high significant lower by 0.88 t.ha⁻¹. The significant positive correlation between dose of nitrogen and yield was confirmed in this experiment. In comparison with treatment 2₀₊₆₀, fertilization costs were higher (by 87.76%) at treatment 3₆₀₊₆₀, but also the higher yield increase (2.30 t.ha⁻¹, 295.92 €·ha⁻¹), CNE (19.17), CEE (2.62), profit (161.51 €·ha⁻¹) and profitability (161.51%) was found at treatment 3₆₀₊₆₀.

maize, dose of nitrogen, corn yield, efficiency of fertilization

Kukurica je teplomilná rastlina. Pre dobrý rast si vyžaduje teploty 22 °C až 25 °C. Okrem poveternostných podmienok je ďalším faktorom limitujúcim výšku úrod kukurice úroveň dusíkatého hnojenia (7). Dusík plní stavebnú, metabolickú a transportnú funkciu. Je súčasťou bielkovín, nukleových kyselín, chlorofylu, chitínu, enzýmov. Na úrodnejších pôdach s vyšším obsahom organickej hmoty sa uvoľňuje viac prístupných foriem dusíka, čo treba zohľadniť pri hnojení (3). Kukurica siata má najväčšie požiadavky na dusík v období intenzívneho rastu a taktiež v období zakladania šúľkov t. j. približne 60 dní po sejbe (5). Odporúčané dávky dusíka možno rozdeliť na časť pred sejbou (70 % až 80 %) a zvyšok v priebehu vegetácie (11). So zvyšujúcou sa dávkou dusíka klesá jeho účinnosť. Vysoké dávky dusíka nad 150 kg na 1 ha negatívne ovplyvňujú životné prostredie a kontaminujú podzemné vody. Zvyšujúce dávky dusíka znižujú obsah sušiny a škrobu (12). Naopak, nedostatok dusíka spôsobuje pri rastlinách obmedzenú

tvorbu stavebných a funkčných bielkovín, výsledkom čoho je spomalenie rastu, následne zníženie úrody a zhoršenie kvality celej produkcie (8).

Pri pestovaní všetkých plodín je dôležité poznať efektívnosť hnojenia. Najdôležitejšími faktormi pôsobiacimi na efektívnosť výroby zrna kukurice siatej sú ceny vstupov, ceny za produkciu a poskytnutá podpora, ktorej realizácia je v kompetencii manažmentu poľnohospodárskych subjektov (4).

Materiál a metodika

Poloprevádzkový poľný pokus bol založený 24. 4. 2014 a 28. 4. 2015 v Mojmirovciach (48° 17' 71,1" S, 18° 01' 99,3" V; 48° 17' 74,0" S, 18° 2' 63,0" V). Použitá bola bloková metóda na pokusnej parcele v troch opakovaníach s veľkosťou jedného opakovania 225 m² (4,5 × 50 m). Predplodinou v oboch pokusných rokoch bola pšenica letná, forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Výševok predstavoval 75 000 zrn na 1 ha. Vysiaty bol hybrid LG 30.369. Je to stredne skorý hybrid (FAO 370) odporúčaný pre pestovanie na zrno. Mojmirovce ležia v nadmorskej výške 140 m n.m. a patria do kukuričnej výrobnjej oblasti. Táto oblasť je veľmi teplá, suchá s miernymi zimami. Priemerná ročná teplota je 11,9 °C s ročným úhrnom zrážok 436,7 mm. Podrobnejšia charakteristika poveternostných podmienok je uvedená v tabuľke 1 a 2. Prevládajúcim pôdnym typom je černoziem hnedozemná na sprašiach (10). Výsledky agrochemického rozboru pôdy zo dní 17. 4. 2014 a 22. 4. 2015 sú uvedené v tabuľke 3. Pôdne analýzy boli uskutočnené uzančnými analytickými metódami.

V poloprevádzkovom poľnom pokuse bol sledovaný vplyv dávok dusíka na výšku úrody zrna a efektívnosť hnojenia kukurice na zrno. Pokus pozostával z troch variantov. Prvý variant 1₀₊₀ bol kontrolný, nehnojený. Druhý variant 2₀₊₆₀ bol hnojený počas vegetácie dávkou 60 kg.ha⁻¹ N, ktorý bol aplikovaný vo forme DAM-u 390 a tretí variant 3₆₀₊₆₀ bol hnojený dávkou 120 kg.ha⁻¹ N, pričom 60 kg.ha⁻¹ N (predsejbové hnojenie) bolo aplikovaných vo forme močoviny a 60 kg.ha⁻¹ N (prihnojenie počas vegetácie) bolo aplikovaných vo forme DAM-u 390. Schéma variantov hnojenia je uvedená v tabuľke 4.

Zber bol realizovaný 20. 10. 2014 a 28. 9. 2015. Na vyjadrenie ekonomickej efektívnosti boli použité ukazovatele:

Koeficient ekonomickej efektívnosti (K_{EE}), ktorý bol vypočítaný podľa vzorca:

$$K_{EE} = P / N$$

kde:

P – hektárový prírastok úrody v € v dôsledku hnojenia
 N – hektárový prírastok nákladov v € na hnojenie

Zisk (Z), ktorý bol vypočítaný podľa vzorca:

$$Z = P - N$$

kde:

Z – zisk z hektára v €
 P – hektárový prírastok úrody v € v dôsledku hnojenia
 N – hektárový prírastok nákladov v € na hnojenie

Tabuľka 1: Priemerné množstvo zrážok v pokusných rokoch 2014 a 2015 (hodnotenie normality množstva mesačných zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982 – 2013)

Table 1: The average monthly precipitation in experimental years 2014 and 2015 in Mojmírovce (the evaluation of month precipitation normality according to the long – term average of 1982–2013)

Mesiac (1)	Dlhodobý priemer (mm) (2)	2014		2015	
		zrážky (mm) (3)	hodnotenie normality (4)	zrážky (mm)	hodnotenie normality
I.	32,90	38,20	normálny (5)	82,00	mimoriadne vlhký
II.	29,20	39,50	normálny	18,50	normálny
III.	31,90	19,50	normálny	31,50	normálny
IV.	36,90	51,50	vlhký (6)	19,50	suchý
V.	60,50	84,70	vlhký	74,50	normálny
VI.	59,00	34,60	suchý (7)	8,00	mimoriadne suchý (10)
VII.	55,30	56,20	normálny	19,00	veľmi suchý (11)
VIII.	48,70	116,10	mimoriadne vlhký (8)	74,40	vlhký
IX.	46,10	107,20	veľmi vlhký (9)	63,50	normálny
X.	35,90	38,00	normálny	67,00	suchý
XI.	45,40	21,50	suchý	38,00	mimoriadne suchý
XII.	42,30	67,50	vlhký	14,60	mimoriadne suchý

(1) month, (2) long – term average, (3) precipitation in mm, (4) evaluation of normality, (5) normal, (6) wet, (7) dry, (8) extraordinary wet, (9) very wet, (10) extraordinary dry, (11) very dry

Tabuľka 2: Priemerné mesačné teploty v pokusných rokoch 2014 a 2015 (hodnotenie normality mesačných teplôt vzduchu v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982 – 2013)

Table 2: The average monthly temperatures in experimental years 2014 and 2015 in Mojmírovce (the evaluation of month air temperature normality according to the long – term average of 1982–2013)

Mesiac (1)	Dlhodobý priemer (°C) (2)	2014		2015	
		teplota (°C) (3)	hodnotenie normality (4)	teplota (°C)	hodnotenie normality
I.	-0,90	-0,50	normálny (5)	-0,60	normálny
II.	0,50	2,50	normálny	-0,60	studený (8)
III.	5,00	3,60	normálny	2,50	studený
IV.	10,90	7,60	veľmi studený (6)	4,20	mimoriadne studený
V.	15,90	11,20	mimoriadne studený (7)	10,20	mimoriadne studený
VI.	18,70	14,20	mimoriadne studený	14,90	mimoriadne studený
VII.	20,90	17,20	mimoriadne studený	17,40	mimoriadne studený
VIII.	20,50	16,20	mimoriadne studený	18,20	studený
IX.	15,60	12,80	veľmi studený	13,10	studený
X.	10,30	9,30	normálny	7,40	veľmi studený
XI.	4,80	5,50	normálny	2,60	veľmi studený
XII.	0,30	0,60	normálny	1,30	normálny

(1) month, (2) long – term average, (3) temperature in °C, (4) evaluation of normality, (5) normal, (6) very cold, (7) extraordinary cold, (8) cold

Rentabilita (R) bola vyjadrená podľa vzorca:

$$R = (Z/N) \times 100$$

kde:

R – rentabilita v %

Z – zisk z hektára vzniknutý v dôsledku hnojenia v €

N – hektárový prírastok nákladov v € na hnojenie

Na vyjadrenie naturálnej efektívnosti hnojenia bol použitý **koeficient naturálnej efektívnosti** (K_{NE}). Pre tento koeficient platí nasledovný vzťah:

$$K_{NE} = U/\check{Z}$$

kde:

U – hektárový prírastok úrody v kg v dôsledku hnojenia

Ž – dávka živín (alebo jednej živiny) v kg

Výsledky boli štatisticky spracované metódou jednofaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA). Rozdiely medzi variantmi boli následne vyhodnotené pomocou LSD testu na hladine významnosti 95 % a 99 % v programe Stathgraphic Plus 5.1.

Výsledky a diskusia

V pokusných rokoch 2014 a 2015 aplikácia dávky dusíka 60 kg.ha⁻¹ a 120 kg.ha⁻¹ zvýšila úrodu o 9,03 % a 28,86 % v porovnaní s kontrolným, nehnojeným variantom (tab. 5). Priemerná úroda na variante 3_{60 + 60} predstavovala 10,27 t.ha⁻¹ čo je štatisticky vysoko preukazne viac ako

Tabuľka 3: Agrochemická charakteristika pôdy zo dní 17.04.2014 a 22.04.2015 v hĺbke 0 m až 0,3 m pred založením pokusu v Mojmírovciach

Table 3: Agrochemical characteristic of the soil dated 17 April 2014 and 22 April 2015 to a depth of 0–0.3 m before setting the experiment in Mojmírovce

Druh rozboru pôdy (1)	Obsah živín v mg.kg ⁻¹ (2)	
	2014	2015
N _{an} – anorganický dusík = N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ (3)	11,40	7,00
N – NH ₄ ⁺ (kolorimetricky, Nesslerove činidlo) (4)	4,80	3,80
N – NO ₃ ⁻ (kolorimetricky, kyselina fenol 2,4 disulfónová) (5)	6,60	3,20
P – prístupný (Mehlich III – kolorimetricky) (6)	17,50	27,50
K – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (7)	165,20	230,00
Mg – prístupný (Mehlich III – AAS) (8)	393,30	354,00
Ca – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (9)	5 450,20	2 182,00
S – v roztoku octanu amónneho (10)	2,50	1,20
pHKCl (0,2 mol.dm ⁻³ KCl) (11)	6,70	6,80

(1) type of soil analysis, (2) content of available nutrients, (3) N_{an} = N_{min} = mineral nitrogen, colorimetry, (4) Nessler reagent, (5) colorimetry, phenol acid 2,4-disulphonic, (6) P – available (Mehlich III – colorimetry), (7) K – available (Mehlich III – flame photometry), (8) Mg – available (Mehlich III – AAS), (9) Ca – available (Mehlich III – flame photometry), (10) S – in ammonium acetate solution, (11) exchangeable soil reaction

Tabuľka 4: Varianty hnojenia kukurice sietej v pokusných rokoch 2014 a 2015 v Mojmírovciach

Table 4: Treatments of maize nutrition in experimental years 2014 and 2015 in Mojmírovce

Variant (1)	Úroveň hnojenia (2)		Celková dávka N (kg.ha ⁻¹) (3)
	N (kg.ha ⁻¹)*	N (kg.ha ⁻¹)**	
1 ₀₊₀	0	0	0
2 ₀₊₆₀	0	60	60
3 ₆₀₊₆₀	60	60	120

(1) treatments of the experiment, (2) fertilization level, (3) the total dose of N in kg.ha⁻¹

* – hnojenie pred sejbou, ** – príhnojenie počas vegetácie

* – pre-seeding fertilization, ** – fertilization during vegetation

dosiahnutá úroda na kontrolnom, nehnojenom variante 1₀₊₀ (7,97 t.ha⁻¹). Medzi rôznymi dávkami dusíka bol, z hľadiska dosiahnutých úrod, zaznamenaný štatisticky vysoko preukazný rozdiel. Podobne, výsledky viacerých výskumov dokazujú, že pre kukuricu sú optimálne vyššie dávky dusíka, ktoré majú za následok preukazné zvyšovanie úrody v porovnaní s variantmi, kde sú aplikované nižšie dávky dusíka. V pokuse, kde boli použité dávky dusíka 0 kg.ha⁻¹, 150 kg.ha⁻¹ a 300 kg.ha⁻¹, bola

dosiahnutá najvyššia úroda 13,32 t.ha⁻¹, na variante, kde bola aplikovaná najvyššia dávka dusíka (6). Naopak, z výsledkov iného pokusu vyplýva, že z pohľadu dosiahnutej úrody je efektívnejšia dávka dusíka 66 kg.ha⁻¹ pri dosiahnutej najvyššej priemernej úrode 9,03 t.ha⁻¹ (1). V medzročnom porovnaní bol zaznamenaný pokles vo výške úrody v roku 2015 o 9,34 %, pričom priemerná úroda zo všetkých variantov v tomto roku predstavovala 8,54 t.ha⁻¹ (tab. 6).

Tabuľka 5: Vplyv hnojenia dusíkom na úrodu zrna kukurice sietej v pokusných rokoch 2014 a 2015 v Mojmírovciach

Table 5: Effect of nitrogen fertilization on yield of maize corn in experimental years 2014 and 2015 in Mojmírovce

Variant (1)	Roky (2)		Úroda (t.ha ⁻¹) (3)	
	2014	2015	priemer rokov (4)	relatívne % (5)
1 ₀₊₀	7,90	8,04	7,97 aA	100,00
2 ₀₊₆₀	9,50	7,89	8,69 aA	109,03
3 ₆₀₊₆₀	10,85	9,69	10,27 bB	128,86
LSD varianty (6)	0,05	–	1,01	–
	0,01	–	1,47	–

(1) treatment, (2) years, (3) yield (t.ha⁻¹), (4) average of years, (5) relatively %, (6) LSD treatments

Tabuľka 6: Štatistické vyhodnotenie úrod zrna kukurice sietej v pokusných rokoch 2014 a 2015 v Mojmírovciach (priemer variantov)

Table 6: Statistical evaluation of maize corn in experimental years 2014 and 2015 in Mojmírovce (average of treatments)

Rok (1)	Úroda (t.ha ⁻¹) (2)	LSD test0,05 (3)	LSD test0,01
2014	9,42 bA	0,82	1,20
2015	8,54 aA		

(1) year, (2) yield (t.ha⁻¹), (3) LSD years

Tabuľka 7: Závislosť výšky úrody ($t \cdot ha^{-1}$) od dávky dusíka vyjadrená korelačným koeficientom (r)

Table 7: Dependence of yield of maize corn ($t \cdot ha^{-1}$) on dose of nitrogen expressed by correlation coefficient

Parameter (1)	Priemer rokov 2014 a 2015 (2)	
Závislý (3)	nezávislý (4)	r
Výška úrody (5)	dávka N (6)	0,84*

(1) parameter, (2) average of years 2014 and 2015, (3) dependent, (4) independent, (5) yield, (6) dose of nitrogen

** – vysoko preukazné, * – preukazné

** – high significant, * – significant

Tabuľka 8: Ekonomické a naturálne vyhodnotenie úrody zrna kukurice sietej v pokusných rokoch 2014 a 2015 v Mojmírovciach

Table 8: Economic and natural evaluation of maize corn yields in experimental years 2014 and 2015 in Mojmírovce

Variant (1)	Priemer rokov 2014 a 2015 (2)							
	úroda ($t \cdot ha^{-1}$) (3)	prírastok úrody ($t \cdot ha^{-1}$) (4)	prírastok úrody ($€ \cdot ha^{-1}$) (5)	náklady ($€ \cdot ha^{-1}$) (6)	K_{NE} (7)	K_{EE} (8)	zisk ($€ \cdot ha^{-1}$) (9)	rentabilita (%) (10)
1 ₀₊₀	7,97	–	–	–	–	–	–	–
2 ₀₊₆₀	8,69	0,72	92,64	60,27	12,00	1,54	32,37	53,71
3 ₆₀₊₆₀	10,27	2,30	295,92	113,16	19,17	2,62	182,76	161,51

(1) treatment, (2) average of years 2014 and 2015, (3) yield ($t \cdot ha^{-1}$), (4) yield increase ($t \cdot ha^{-1}$), (5) yield increase ($€ \cdot ha^{-1}$), (6) costs ($€ \cdot ha^{-1}$), (7) C_{NE} – coefficient of natural efficiency, (8) C_{EE} – coefficient of economic efficiency, (9) profit ($€ \cdot ha^{-1}$), (10) profitability (%)

Použité ceny: 1 t zrna kukurice sietej = 128,66 €; 1 t močoviny = 339,39 €; 1 t DAM 390 = 255,40 €. Aplikácia hnojiva = 9,19 $€ \cdot ha^{-1}$ (informácie dostupné na ŠÚSR, 13)

Applied prices: 1 t of maize corn = 128.66 €; 1 t urea = 339.39 €; 1 t DAM 390 = 255.40 €. Costs for application of fertilizer = 9.19 $€ \cdot ha^{-1}$ (information available at the Statistical Office of the Slovak Republic, 13)

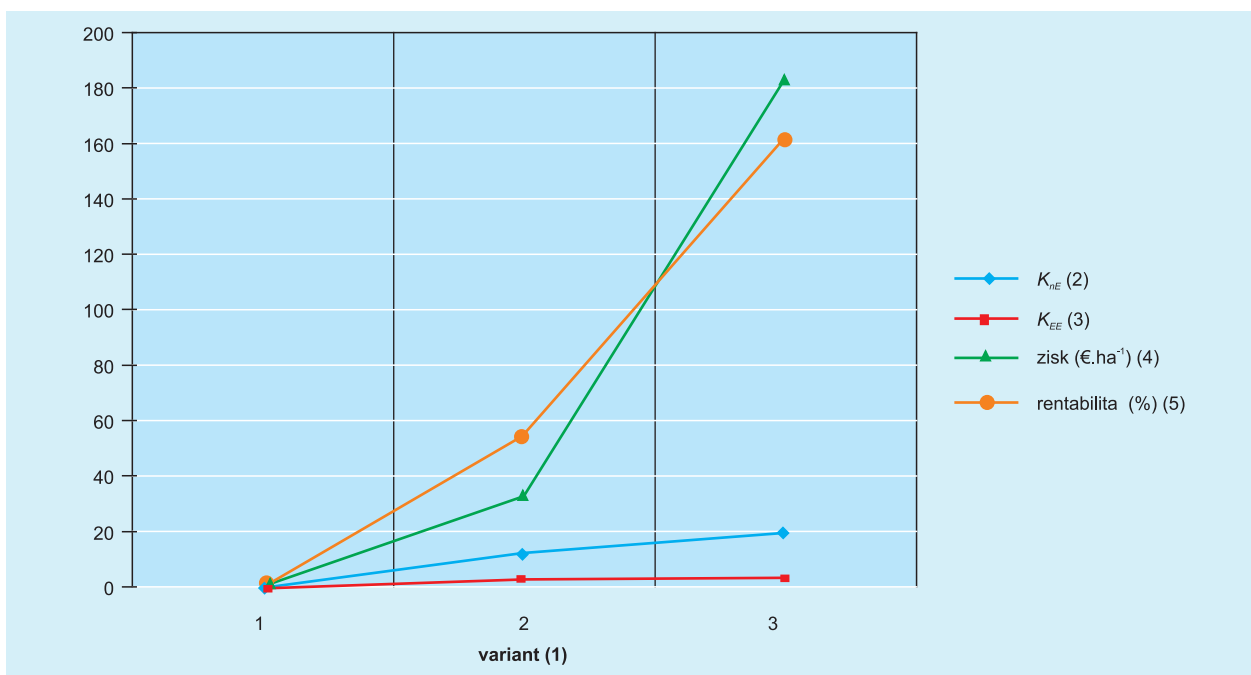
V sledovanom období bola zistená pozitívna preukazná závislosť výšky úrody od dávky dusíka vyjadrená korelačným koeficientom (tab. 7). Podobný výsledok bol zaznamenaný aj v ďalších pokusoch (2, 9).

Z pohľadu dosiahnutých hodnôt ukazovateľov naturálnej a ekonomickej efektívnosti bola viac efektívna dávka dusíka 120 $kg \cdot ha^{-1}$ na variante 3₆₀₊₆₀ (tab. 8). Hoci ná-

klady boli na uvedenom variante, v porovnaní s variantom 2₀₊₆₀ o 87,76 % vyššie, vyšší bol i prírastok úrody v $t \cdot ha^{-1}$ (2,30), v $€ \cdot ha^{-1}$ (295,92), K_{NE} (19,17), K_{EE} (2,62), zisk (182,76 $€ \cdot ha^{-1}$) a rentabilita hnojenia (161,51 %) (obr. 1). V inom pokuse boli použité dávky 80 $kg \cdot ha^{-1}$ N a 160 $kg \cdot ha^{-1}$ N. Najvyšší prírastok úrody v $t \cdot ha^{-1}$ (2,58), v $€ \cdot ha^{-1}$ (567,60), K_{EE} (3,83) a K_{NE} (16,10) bol zaznamena-

Obrázok 1: Vyhodnotenie ukazovateľov efektívnosti hnojenia kukurice sietej podľa variantov v pokusných rokoch 2014 a 2015 v Mojmírovciach

Figure 1: Evaluation of parameters of maize fertilization efficiency according to the treatments in experimental years 2014 and 2015 in Mojmírovce



(1) treatment, (2) coefficient of natural efficiency, (3) coefficient of economic efficiency, (4) profit, (5) profitability

ný na variante hnojenom vyššou dávkou dusíka, zatiaľ čo na variante hnojenom 80 kg.ha⁻¹ N, prírastok úrody predstavoval 1,86 t.ha⁻¹, resp. 409,20 €·ha⁻¹, K_{EE} 2,47 a K_{NE} 11,60 (4).

Záver

V poloprevádzkovom pokuse založenom v Mojmírovciach v pokusných rokoch 2014 a 2015 bol sledovaný vplyv dávok dusíka na výšku úrody zrna a ekonomiku hnojenia kukurice siatej. Medzi dávkou dusíka 60 kg.ha⁻¹ a 120 kg.ha⁻¹ bol, z hľadiska dosiahnutých úrod, zistený vysoko preukazný rozdiel. V relatívnom percentuálnom vyjadrení bola priemerná úroda na variante 3₆₀₊₆₀ vyššia o 18,18 %, v porovnaní s variantom 2₀₊₆₀. V medziročnom porovnaní bola vyššia úroda (9,42 t.ha⁻¹) dosiahnutá v roku 2014. V pokusnom roku 2015 bola úroda štatisticky preukazne nižšia o 9,34 %.

V sledovanom období bola v pokuse potvrdená preukazná pozitívna korelácia medzi výškou úrody a dávkou dusíka. Aplikácia dávky dusíka 120 kg.ha⁻¹ sa prejavila na vyššom koeficiente naturálnej a ekonomickej efektívnosti, vyššej tvorbe zisku z hektára a vyššej rentabilite hnojenia, ako pri dávke dusíka 60 kg.ha⁻¹.

Literatúra

- (1) CRISTA, F. – BOLDEA, M. – RADULOV, I. – LATO, A. – CRISTA, L. 2014. The impact of chemical fertilization on maize yield. In Research Journal of Agricultural Science, vol. 46, 2014, no. 1, pp. 172–177.
- (2) HAMMAD, H.M. – AHMAD, A. – AZHAR, F. – KHALIQ, T. – WAJID, A. – NASIM, W. – FARHAD, W. 2011. Optimizing water and nitrogen requirement in maize (*Zea mays* L.) under semi arid conditions of Pakistan. In Pakistan Journal of Botany, vol. 43, 2011, no. 6, pp. 2919–2923.
- (3) HNÁT, A. 2007. Zásady zakladania porastov kukurice na zrno a siláž. In Naše pole, roč. 17, 2007, č. 5, s. 18–19.
- (4) HOLÚBEK, I. – TRUBAČOVÁ, A. – SLAMKA, P. – LOŽEK, O. 2017. Nákladovosť a rentabilita výroby kukurice siatej v podmienkach veľkovýroby. In Agrochémia, roč. 21, 2017, č. 2, s. 46–50.
- (5) KARABÍNOVÁ, M. – MOLNÁROVÁ, J. – ŽEMBERY, J. 2001. Obilniny III. Pestovanie kukurice, ciroku, prosa a pohánky. Nitra : KURIÉR, 2001. ISBN 80-88843-23-5.

- (6) KARASU, A. 2012. Effect of nitrogen levels on grain yield and some attributes of some hybrid maize cultivars (*Zea mays indentata* sturt.) grown for silage as second crop. In Bulgarian Journal of Agricultural Science, vol. 18, 2012, no. 1, pp. 42–48.
- (7) KNIEP, K.R. – MASON, S.C. 1989. Lysine and protein content of normal and opaque-2 maize grain as influenced by irrigation and nitrogen. In Crop Science, vol. 31, 1989, no. 1, pp. 177–181.
- (8) MIKANOVA, O. – ŠIMON, T. 2013. Alternativní výživa rostlin dusíkem. 1. vyd., Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2013, 25 s. ISBN 978-80-7427-143-4.
- (9) RADMA, I.A.M. – DAGASH, Y.M.I. 2013. Effect of different nitrogen and weeding levels on yield of five maize cultivars under irrigation. In Universal Journal of Agricultural Research, vol. 1, 2013, no. 4, pp. 119–125.
- (10) SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA. 2014. Morphogenetic soil classification system of Slovakia. Basal reference taxonomy. Bratislava : NPPC-VÚPOP, 2014, 96 s. ISBN 978-80-8163-005-7.
- (11) VANĚK, V. a i. 2002. Výživa a hnojení polních a záhradních plodin. Praha : Sedláček, 2002, 132 s. ISBN 80-902413-7-9.
- (12) VOKÁL, B. a i. 2000. Technologie pěstování brambor. Praha : ÚZPI, 2000, 91 s. ISBN 80-7271-155-5.
- (13) URL 1. Priemerné ceny vybraných dodávok výrobkov a služieb do poľnohospodárstva. 2014 [online] Bratislava : ŠÚSR, aktualizované 2017 [cit. 2017-10-10]. Dostupné na: <http://datacube.statistics.sk/#/view/sk/VBD_SLOVSTAT/sp2034ms/Priemern%C3%A9%20ceny%20po%C4%BEnohospod%C3%A1rskych%20v%C3%BDrobkov%20-%20mesa%C4%8Dn%C3%A9%20%C3%BAdaje%20%5Bsp2034ms%5D>

prof. Ing. Ladislav Ducsay, Dr.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Katedra agrochémie a výživy rastlín
Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra
e-mail: ladislav.ducsay@uniag.sk

Podakovanie

Tento príspevok bol podporený projektom
VEGA č. 1/0325/2017 riešenom
na Katedre agrochémie a výživy rastlín



Priemerný obsah dusíka, fosforu a draslíka v nadzemnej fyto-mase trávniká po aplikovaní rôznych foriem výživy

The average content of nitrogen, phosphorus and potassium in the above-ground phytomass of turf after application of various forms of nutrition

Peter Hric, Ľuboš Vozár, Peter Kovár

The aim of this experiment was to found out average content of nitrogen, phosphorus and potassium in the above-ground phytomass of turf after application of various nutrition forms. The experiment was carried out in warm and dry conditions in area of Nitra (2012–2014). In the experiment we watched 6 treatments (1. without fertilization, 2. saltpetre with dolomite, superphosphate, potassium salt, 3. slow release fertilizer SRF NPK 14-5-14 (+4 CaO +4 MgO + 7 S), 4. controlled release fertilizer Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+6S), 5. organic fertilizer Veget (3-2-1) and mycorrhizal preparation Symbivit. On average years 2012–2014 treatment fertilized by Saltpetre with dolomite, Superphosphate, Potassium salt reached highest average content of nitrogen and potassium in the above-ground phytomass of turf. Turf with application controlled release fertilizer Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+6S) has highest average content of phosphorus in the above-ground phytomass of turf.

turf, fertilization, nitrogen, phosphorus, potassium

Dôležitú úlohu v systéme caespesotechnických opatrení zohráva výživa a hnojenie trávniká (12). Intenzívne využívané trávniky sú často kosené a tým na hnojenie náročné. Rastliny bez vyváženého a dostatočného prísunu živín slabnú, mení sa ich sfarbenie a sú častejšie napádané chorobami a škodcami (7).

Pri hnojení trávnikov sa využívajú rôzne formy a druhy hnojív. Prísun živín k rastlinám sa zabezpečuje pomocou priemyselných a organických hnojív. V trávnikárstve sa využívajú rýchlo pôsobiace hnojivá (dusíkaté, fosforečné, draselné). Vápenaté hnojivá a kvapalné hnojivá majú pri trávnikoch len okrajový význam. Ďalej sa výživa trávnikov zabezpečuje aplikáciou pomaly pôsobiacich hnojív, hnojív s riadeným uvoľňovaním (tzv. obalované hnojivá), ale aj mykorrhíznych prípravkov (15, 17, 13).

Príjem živín rastlinami ovplyvňujú nielen živiny pôdnej zásoby a živiny dodané priemyselnými a inými hnojivami, ale aj ekologické faktory, interferenčné vplyvy pri prijímaní živín a príjmová kapacita rastlín (11). Rastliny prijímajú väčšinu živín svojimi koreňmi buď vo forme kationov K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , alebo prostredníctvom aniónov NO_3^- , SO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, Cl^- , MoO_4^{2-} a pod. (16).

Cieľom experimentu bolo porovnať priemerný obsah dusíka, fosforu a draslíka v nadzemnej fyto-mase trávniká po aplikovaní rôznych foriem výživy.

Materiál a metodika

Trávnikový pokus sa realizoval v Demonštračnej a výskumnej báze Katedry trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín FAPZ SPU v Nitre v rokoch 2012 až 2014. Experimentálna plocha sa nachádza v miernom klimatickom pásme teplej a suchej oblasti. Priemerná ročná teplota dosahuje 9,7 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 561 mm (2). Priebeh poveternostných podmienok v sledovanom období znázorňuje tabuľka 1. Pôdnym typom je ílovito-hlinitá fluvizem. Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa pred založením porastu sú uvedené v tabuľke 2.

Trávnik bol založený 4. októbra 2011. Použila sa miešanka určená pre zakladanie nízkych, pomaly rastúcich nezaťažovaných trávnikov s podielom *Lolium perenne* L. (30 %), *Festuca rubra* L. (50 %) a *Festuca ovina* L. (20 %). Veľkosť parcielky bola 2,4 m² v troch opakovaniach. Pri zakladaní porastu bolo použité hnojivo „Starter“ NPK 20-20-8 (25 g.m⁻²). Experiment sa realizoval v bezzávlahových podmienkach.

V experimente sa sledovalo šesť variantov:

1. variant – bez hnojenia (v texte „kontrola“),
2. variant – LAD, P₂O₅, K₂O (v texte „N + P + K“),
3. variant – pomaly pôsobiace hnojivo SRF NPK 14-5-14 (+4CaO +4MgO +7S) (v texte „SRF“),
4. variant – obalované hnojivo Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+6S) (v texte „Duslocote“),
5. variant – organické hnojivo Veget (3-2-1) (v texte „Veget“),
6. variant – mykorrhízny prípravok Symbivit (v texte „Symbivit“).

Charakteristika použitých hnojív:

- **Starter:** Trávnikové hnojivo pre nový a jarný výsev trávniká s pomerom živín NPK: 20-20-8 + formaldehydová močovina. Granulát poskytuje optimálne zásobenie porastu živinami počas 10 – 12 týždňov.
- **LAD:** Liadok amónny s dolomitom je sivobiely granulát dusičnanu amónneho s jemne mletým dolomitom, ktorého prítomnosť znižuje prirodzenú kyslosť hnojiva. Obsahuje 27 % dusíka.
- **Superfosfát:** 19 % P₂O₅. Jednoduchý superfosfát sa používa na základné hnojenie fosforom pri príprave pôdy pred sejbou alebo sadením, ale aj počas vegetácie.
- **Draselná soľ:** 60 % K₂O je najkoncentrovanejšie draselné hnojivo.
- **SRF NPK 14-5-14 (+ 4 CaO +4 MgO +7 S):** je to komplexné NPK hnojivo s obsahom močovino-formaldehydovej zložky ako zdroja dusíka obohatené o mikroživiny. Časť hlavných NPK živín sa nachádza v rýchlrozpusťnej forme.
- **Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+ 6S):** je obalované hnojivo s riadeným uvoľňovaním živín (5 – 6 mesiacov).
- **Veget:** vyrobený modernou technológiou z prírodných materiálov bez použitia chemických látok a konzervačných prostriedkov. Veget má vlastnosti vysokokvalitného organického hnojiva s postupným uvoľňovaním hlavných živín (3-2-1) i dôležitých stopových prvkov. V porovnaní s maštalným hnojom tvorí modernú náhradu maštalného hnoja.

Tabuľka 1: Priemerné mesačné teploty a zrážky za vegetačné obdobie v rokoch 2012 – 2014

Table 1: Average monthly temperatures and precipitation during vegetation period in years 2012–2014

Rok (1)	Indikátor (2)	Mesiac (3)								Vegetačné obdobie (4)	
		III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Σ	Ø
2012	Ø teplota (°C) (5)	7,41	11,23	17,29	20,86	22,77	21,47	18,02	10,77	–	16,23
	Σ zrážky (mm) (6)	2,80	36,10	19,60	70,10	61,40	7,30	31,40	80,60	309,30	–
2013	Ø teplota (°C)	3,20	12,10	15,50	19,30	22,70	21,80	14,70	12,10	–	15,18
	Σ zrážky (mm)	106,20	20,40	77,80	46,70	2,10	73,90	60,00	30,50	417,60	–
2014	Ø teplota (°C)	9,33	12,37	15,24	19,35	21,81	18,86	16,78	12,10	–	15,73
	Σ zrážky (mm)	15,40	48,90	57,60	52,50	64,10	55,90	122,00	34,60	451,00	–

Ø – priemer, Σ – suma

(1) year, (2) indicator, (3) month, (4) vegetation period, (5) temperature, (6) precipitation

Ø – mean, Σ – sum

Zdroj: Katedra biometeorológie a hydroológie, FZKI, SPU v Nitre

Source: Department of Biometeorology and Hydrology, HLEF SUA in Nitra

Tabuľka 2: Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa

Table 2: Agrochemical soil properties of experimental site

N _t	P	K	Mg	Ca	C _{ox}	pH
mg.kg ⁻¹					g.kg ⁻¹	
1 823,2	58,3	336	541	6 067	7,7	6,78

- **Symbivit:** obsahuje mykorízne huby, ktorých vlákna podhubia v podstate rozširujú koreňový systém rastlín, čím sú rastliny odolnejšie voči suchu alebo koreňovým škodcom. Zlepšuje založenie trávnikov a športových trávnatých plôch. Je založený na báze endomykoríznych húb.

Pri stanovení dávky hnojiva bola za základ daná odporúčaná dávka 18 g.m⁻² N, čo zodpovedá požiadavkám pre intenzívne využívané trávniky (3). Termíny a dávky aplikácie hnojív a mykorízneho prípravku sú uvedené v tabuľke 3.

Experiment sa realizoval v bezzávlahových podmienkach. Trávnik sa kosil pri dosiahnutí priemernej výšky 80 – 100 mm na výšku 50 mm. Odobraté vzorky sa po vysušení a zomletí zmiešali. Z takto pripravenej hmoty sa odobrali priemerné vzorky na chemické analýzy. Vo vzorkách sa stanovoval:

- N – koncentrácia dusíka v sušine trávneho porastu stanovená Kjeldalovou metódou,
- P – spektrofotometricky fosfomolybdénovou metódou po mineralizáciu mokrou cestou (HNO₃, HClO₄),
- K – plameňometricky po mineralizáciu mokrou cestou (HNO₃, HClO₄).

Tabuľka 3: Termín aplikácie a dávka hnojív a mykorízneho prípravku na variant

Table 3: Term of application and dose of fertilizers and mycorrhizal preparation to the treatment

Typ hnojiva (počet aplikácií za rok) (1)	Celoročná dávka (g) (2)	Dátum aplikácie (3)			
		začiatok vegetácie (4)	začiatok júna (5)	polovica júla (6)	začiatok septembra (7)
dávka hnojiva na variant (g) (8)					
LAD (4x)	160,00	40,00	40,00	40,00	40,00
P ₂ O ₅ (1x)	130,43	130,43			
K ₂ O (2x)	69,40	34,70		34,70	
SRF (2x)	288,00	144,00		144,00	
Duslocote (2x)	332,32	166,16		166,16	
Veget (1x)	1 440,00	1 440,00			
Symbivit	360 g aplikovaných pred založením porastu (9)				

(1) type of fertilizer (number of applications per year), (2) yearly dose, (3) date of application, (4) beginning of vegetation, (5) beginning of June, (6) half of July, (7) beginning of September, (8) dose of fertilizer to the treatment, (9) applied before planting

Zo získaných údajov sa vypočítali priemerné hodnoty za všetky kosby spolu a štatisticky sa vyhodnotili v programe STATISTICA 7.1 Complete CZ pomocou jednofaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA) s overením hodnovernosti rozdielov Fisherovým testom pri 95 % hladine pravdepodobnosti ($P = 0,05$).

Výsledky a diskusia

Priemerný obsah dusíka v nadzemnej fytomase v roku 2012 (tab. 4) bol najvyšší na variantoch hnojených anorganickými hnojivami SRF (40,01 g.kg⁻¹) a N + P + K (39,83 g.kg⁻¹). Štatistickým vyhodnotením sa zistilo, že na variantoch hnojených SRF a N + P + K bol preukazne vyšší obsah dusíka v nadzemnej fytomase v porovnaní s trávnikom ošetrenom mykorízny prípravkom Symbivit.

V roku 2013 opätovne varianty hnojené anorganickými hnojivami N + P + K a SRF dosahovali preukazne vyššiu koncentráciu dusíka v nadzemnej fytomase trávnik (39,00 – 36,59 g.kg⁻¹) ako porast hnojený organickým hnojivom Veget, trávnik ošetrený Symbivitom a kontrola.

V poslednom roku hodnotenia (2014) pokračoval podobný trend obsahu dusíka v nadzemnej fytomase trávnikov ako v predošlých rokoch. K variantom s najvyšším obsahom N sa okrem porastov hnojených N + P + K a SRF zaradil aj variant hnojený obaľovaným hnojivom Duslocote. Trávniky hnojené anorganickými hnojivami a organickým hnojivom Veget mali preukazne vyššiu koncentráciu dusíka v nadzemnej fytomase ako porast po aplikácii mykorízneho prípravku Symbivit a kontrola. Dané tvrdenie potvrdzujú výsledky Slamku et al. (14), ktorí zistili vo svojich pokusoch, že aplikácia dusíka zvyšovala jeho koncentráciu v pletivách rastlín.

Stanovené hodnoty dusíka v sledovaných rokoch sa nezhodujú s optimálnym rozpätím (27,5 – 35,0 g.kg⁻¹), ktoré uvádza Jones (9) pre trávy. Adam a Gibbs (1) uvádzajú typickú koncentráciu dusíka v trávnikových listoch v rozmedzí 20,0 – 45,0 g.kg⁻¹. Naopak Gibson (5) považuje za optimálnu koncentráciu N v listoch tráv 10,0 – 53,0 g.kg⁻¹. Nedostatok dusíka v nadzemnej fytomase trávniká môže spôsobiť svetlú farbu trávniká, spomalenie odnožovania tráv, rednutie trávniká, zhoršuje sa regenerácia a odolnosť voči poškodeniu trávniká (15, 13). Pri deficite N sa v trávniku môžu rozširovať dvojkličnolistové rastliny (6). Výrazne sa znižuje intenzita delenia buniek a tvorba chlorofylu, čo sa prejaví spomalením rastu a zmenšovaním rozmerov jednotlivých orgánov (10). Naopak, nadbytok N môže viesť k mäkkosti listov, menšej odolnosti voči zošliaपाvaniu, predĺženiu vegetačnej doby a zhoršovaniu prezimovania trávniká (4).

Celkové porovnanie (2012 – 2014) ukázalo, že varianty hnojené anorganickými hnojivami a organickým hnojivom mali priemerný obsah dusíka v nadzemnej fytomase nad hodnotou 30,0 g.kg⁻¹. Porasty hnojené anorganickými hnojivami mali preukazne vyššiu koncentráciu N ako variant po aplikácii mykorrhízneho prípravku a nehojenej kontroly. Cheng et al. (8) v trávnikových pokusoch s organickými a anorganickými hnojivami zistili nižší obsah dusíka v trávniku po hnojení organickými hnojivami ako po hnojení anorganickými hnojivami. V sledovanom pokuse nadzemná fytomasa trávniká po aplikácii organického hnojiva Veget tiež nemala vyššiu koncentráciu N ako porasty hnojené anorganickými hnojivami.

Preukazne najvyšší priemerný obsah fosforu v nadzemnej fytomase v roku 2012 (tab. 5) dosiahol variant hnojený N + P + K (3,08 g.kg⁻¹), v porovnaní s trávnikom ošetreným mykorrhízovým prípravkom Symbivit, ktorý mal najnižší obsah P (2,66 g.kg⁻¹).

V roku 2013 nastalo zvýšenie koncentrácií fosforu na všetkých variantoch, ktoré bolo však štatisticky nepreukazné. Najvyšší obsah P v nadzemnej fytomase dosiahli varianty hnojené N + P + K (3,82 g.kg⁻¹), Duslocote (3,77 g.kg⁻¹) a SRF (3,75 g.kg⁻¹). Naopak najnižšia koncentrácia fosforu sa zistila na poraste ošetrenom Symbivitom (3,32 g.kg⁻¹) a na kontrolnom variante (3,32 g.kg⁻¹).

V roku 2014 preukazuje vyššiu koncentráciu fosforu v nadzemnej fytomase mali varianty hnojené SRF, Duslocote, N + P + K a Vegetom (3,98 – 3,86 g.kg⁻¹) v porovnaní s porastom po aplikácii mykorrhízneho prípravku Symbivit a kontrolným variantom (3,35 g.kg⁻¹ a 3,30 g.kg⁻¹).

Podľa Jonesa (9) je optimálna koncentrácia P v nadzemnej fytomase tráv v rozpätí od 3,0 – 5,5 g.kg⁻¹. Adam a Gibbs (1) uvádzajú typickú koncentráciu P v trávnikových listoch v rozmedzí 2,0 – 5,0 g.kg⁻¹. Nami stanovené hodnoty obsahu fosforu za sledované obdobie boli od 2,66 g.kg⁻¹ do 3,98 g.kg⁻¹.

Zhodnotením sledovaného obdobia rokov 2012 – 2014 bolo zistené, že preukazne vyššie priemerné obsahy P sa dosiahli na variantoch hnojených anorganickými hnojivami a organickým hnojivom Veget, v porovnaní s kontrolným variantom a porastom ošetreným prípravkom Symbivit (3,51 – 3,62 g.kg⁻¹). Cheng et al. (8) v trávnikových pokusoch s organickými a anorganickými hnojivami zistil nižší obsah fosforu v trávniku po hnojení organickými hnojivami, ako po hnojení anorganickými hnojivami. V našom pokuse sme dospeli k podobným zisteniam. Najnižšiu priemernú koncentráciu fosforu v nadzemnej fytomase bola zaznamenaná na poraste ošetrenom mykorrhízovým prípravkom a na nehojenom kontrolnom variante (3,13, resp. 3,19 g.kg⁻¹). Štatistickým zhodnotením sme zistili, že varianty hnojené anorganickými hnojivami (N + P + K, SRF a Duslocote) a organickým hnojivom Veget mali pre-

Tabuľka 4: Priemerný obsah dusíka v nadzemnej fytomase (g.kg⁻¹)

Table 4: The average nitrogen content in aboveground phytomass (g.kg⁻¹)

Variant (1)	2012	2013	2014	2012 – 2014
Kontrola (2)	37,07 ^a ^b	28,75 ^a	21,13 ^b	28,45 ^b ^c
N + P + K	39,83 ^a	39,00 ^b	30,34 ^a	35,97 ^a
SRF	40,01 ^a	36,59 ^b	30,70 ^a	35,41 ^a
Duslocote	36,50 ^a ^b	35,57 ^b ^c	29,95 ^a ^c	33,73 ^a ^d
Veget	36,58 ^a ^b	30,88 ^a ^c	26,60 ^c	31,03 ^c ^d
Symbivit	34,78 ^b	27,15 ^a	21,87 ^b	27,51 ^b

(1) treatment, (2) control

Rozdielne indexy (a, b, c, d) pri priemerných hodnotách v stĺpcoch znamenajú štatisticky preukazný rozdiel (Fisherov test; $\alpha = 0,05$)

Different indices (a, b, c, d) next to the average values in columns indicate significant difference (Fisher test; $\alpha = 0.05$)

Tabuľka 5: Priemerný obsah fosforu v nadzemnej fytomase (g.kg⁻¹)

Table 5: The average phosphorus content in aboveground phytomass (g.kg⁻¹)

Variant (1)	2012	2013	2014	2012 – 2014
Kontrola (1)	2,81 ^{ab}	3,32 ^a	3,30 ^b	3,19 ^b
N + P + K	3,08 ^a	3,82 ^a	3,86 ^a	3,61 ^a
SRF	2,99 ^{ab}	3,75 ^a	3,98 ^a	3,60 ^a
Duslocote	3,05 ^a	3,77 ^a	3,96 ^a	3,62 ^a
Veget	2,87 ^{ab}	3,65 ^a	3,92 ^a	3,51 ^a
Symbivit	2,66 ^b	3,32 ^a	3,35 ^b	3,13 ^b

(1) treatment, (2) control

Rozdielne indexy (a, b) pri priemerných hodnotách v stĺpcoch znamenajú štatisticky preukazný rozdiel (Fisherov test; $\alpha = 0,05$)

Different indices (a, b) next to the average values in columns indicate significant difference (Fisher test; $\alpha = 0.05$)

Tabuľka 6: Priemerný obsah draslíka v nadzemnej fytomase (g.kg^{-1})
Table 6: The average potassium content in aboveground phytomass (g.kg^{-1})

Variant (1)	2012	2013	2014	2012 – 2014
Kontrola (2)	23,45 ^a	21,44 ^{ab}	22,03 ^b	22,29 ^a
N + P + K	26,99 ^a	24,58 ^a	31,39 ^a	27,91 ^b
SRF	26,61 ^a	24,63 ^a	30,95 ^a	27,64 ^b
Duslocote	26,06 ^a	24,48 ^a	31,75 ^a	27,73 ^b
Veget	24,59 ^a	20,46 ^b	27,29 ^c	24,33 ^a
Symbivit	26,90 ^a	19,37 ^b	22,75 ^b	22,99 ^a

(1) treatment, (2) control

Rozdielne indexy (a, b, c) pri priemerných hodnotách v stĺpcoch znamenajú štatisticky preukazný rozdiel (Fisherov test; $\alpha = 0,05$)

Different indices (a, b, c) next to the average values in columns indicate significant difference (Fisher test; $\alpha = 0.05$)

ukazuje vyšší obsah P v porovnaní s kontrolným variantom a trávnikom s aplikáciou Symbivitu.

V roku 2012 sa najvyšším priemerným obsahom draslíka v nadzemnej fytomase (tab. 6) prezentoval variant hnojený N + P + K ($26,99 \text{ g.kg}^{-1}$). Najnižšiu koncentráciu K dosiahol kontrolný variant ($23,45 \text{ g.kg}^{-1}$). Rozdiely medzi variantmi boli však štatisticky nepreukazné.

Štatisticky preukazuje vyššiu koncentráciu K v roku 2013 sa prezentovali porasty hnojené anorganickými hnojivami ($24,48 - 24,63 \text{ g.kg}^{-1}$) v porovnaní s variantom hnojeným organickým hnojivom Veget a trávnikom ošetrovaným mykorrhízovým prípravkom Symbivit.

V poslednom hodnotenom roku 2014 opätovne preukazuje vyššiu priemernú koncentráciu draslíka v nadzemnej fytomase boli zaznamenané na variantoch, ktoré boli hnojené anorganickými hnojivami ($30,95 - 31,75 \text{ g.kg}^{-1}$), v porovnaní s kontrolným variantom a porastom ošetrovaným mykorrhízovým prípravkom ($22,03 - 22,75 \text{ g.kg}^{-1}$).

Namerané hodnoty draslíka v sledovanom období pri niektorých variantoch mierne presahujú optimálne rozpätie, ktoré uvádza Jones (9) $10,0 - 25,0 \text{ g.kg}^{-1}$. Nadbytok draslíka v trávniku môže spôsobiť bledezelené mozaikové sfarbenie listov a neskoršie aj ich zhnednutie a zasychanie (10). Naopak nami namerané hodnoty sú v rozmedzí, ktoré popisuje Gibson (5) $21,0 - 49,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ a Adam a Gibbs (1) $20,0 - 40,0 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Porovnaním rokov 2012 – 2014 sme zistili preukazne vyššiu priemernú koncentráciu K na variantoch hnojených anorganickými hnojivami ($27,64 - 27,91 \text{ g.kg}^{-1}$) v porovnaní s obsahom draslíka na poraste hnojenom organickým hnojivom Veget, ošetrovanom mykorrhízovým prípravkom Symbivit a na kontrolnom variante ($22,29 - 24,33 \text{ g.kg}^{-1}$). Cheng et al. (8) v trávnikovských pokusoch s organickými a anorganickými hnojivami zistil vyšší obsah draslíka v trávniku po hnojení organickými hnojivami ako po hnojení anorganickými hnojivami.

Záver

Na základe dosiahnutých výsledkov je možné konštatovať, že najvyššie priemerné hodnoty obsahu dusíka, fosforu a draslíka v nadzemnej fytomase trávniku boli dosiahnuté na variantoch, ktoré boli hnojené klasickými hnojivami (liadok amónny s dolomitom, superfosfát a draselná soľ), pomaly pôsobiacim hnojivom SRF NPK 14-5-14 (+4CaO +4MgO +7S) a obalovaným hnojivom Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+6S). Nižšie hodnoty sa dosiahli pri hnojení organickým hnojivom Veget a najnižšie koncentrácie dusíka, fosforu a draslíka v nadzemnej fytomase trávniku sa dosiahli na hnojených variantoch pri ošetrovaní trávniku s mykorrhízovým prípravkom Symbivit.

Literatúra

- (1) ADAM, W. A. – GIBBS, R. J. 2004. Natural Turf for Sport and Amenity: Science and Practice. 3rd ed., Cambridge: CAB International, 2004, 404 p.
- (2) BABOŠOVÁ, M. – NOSKOVIČ, J. 2014. Kvalita atmosférických zrážok v oblasti mesta Nitra-Dolná Malanta, Nitra: SPU, 2014, 65 s.
- (3) CAGAŠ, B. – ŠEVČÍKOVÁ, M. – HRABĚ, F. – STRAKOVÁ, M. – HEJDUK, S. – JANKŮ, L. – KNOT, P. – LOŠÁK, M. – STRAKA, J. 2011. Zakládání a ošetrování krajinných trávnicků a travnatých ploch veřejné zeleně: certifikovaná metodika. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2011, 65 s.
- (4) DUBSKÝ, M. 1998. Hnojivá, substráty a komposty pro trávnický. In Trávnický 98 – ročenka českého trávnickářství, 1998, s. 23 – 26.
- (5) GIBSON, D. J. 2009. Grasses & Grassland Ecology. New York: Oxford University Press, 2009, 295 p.
- (6) GREGOROVÁ, H. 2009. Špeciálne trávnickárstvo. Nitra: SPU, 2009, 148 s.
- (7) HRIC, P. 2017. Vplyv rôznych foriem hnojív a mykorrhíznych prípravkov na výživu trávnicka. Nitra: SPU, 2017, 85 s.
- (8) CHENG, Z. – SALMINEN, S. O. – GREWAL, P. S. 2010. Effect of organic fertilisers on the greening quality, shoot and root growth, and shoot nutrient and alkaloid contents of turf – type endophytic tall fescue, *Festuca arundinacea*. In Annals of Applied Biology, vol. 156, 2010, no. 1, p. 25–37
- (9) JONES, J. R. 1980. Turf analysis. In Golf Course Manage, vol. 48, 1980, no. 1, p. 29–32.
- (10) KOVÁČIK, P. 2014. Princípy a spôsoby výživy rastlín. SPU: Nitra, 2014, 278 s.
- (11) LOŽEK, O. – HANÁČKOVÁ, E. 2015. Bilancia fosforu a draslíka v integrovanej a ekologickej sústave hospodárenia na pôde. In Agrochémia, roč. 55, 2015, č. 4, s. 3 – 11.
- (12) ONDŘEJ, J. – OPATRŇÁ, M. 1997. Trávnický a okrasné trávy. Praha: BRIO spol. s.r.o., 1997, 79 s.
- (13) PESSARAKLI, M. 2007. Handbook of Turfgrass Management and Physiology. CRC Press, 2007, 720 p.
- (14) SLAMKA, P. – ŽIVČÁK, M. – GALAMBOŠOVÁ, J. – OLŠOVSKÁ, K. – BRESTIČ, M. 2014. Vplyv hnojenia dusíkom a rastovej fázy na tvorbu nadzemných orgánov a fotosyntetickú výkonnosť listov pšenice ozimnej. In Agrochémia, roč. 54, 2014, č. 2, s. 3 – 8.
- (15) SVOBODOVÁ, M. 1998. Trávnický. Praha: ČZU, 1998, 81 s.
- (16) VANĚK, V. a i. 2013. Výživa poľných a záhradných rastlín. Nitra: Profi Press SK, 2013, 175 s.
- (17) VARGA, L. – LOŽEK, O. – DUCSAY, L. 2000. Hnojenie trávnikov. In Trávnický 2000. Zborník z III. Slovenskej trávnickárskej konferencie, Nitra: SPU, 2000, s. 62 – 68.

Ing. Peter Hric, PhD.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

Katedra trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín

Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

e-mail: Peter.Hric@uniag.sk

Aktuálny stav a vývoj obsahu prístupného draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska

Current state and development of available potassium in agricultural soils of Slovakia

Jozef Kobza

Current state and development of available potassium in agricultural soils in Slovakia is presented in this contribution. Potassium has been monitored in soil monitoring network which consists of 318 monitoring sites where all main soil types and geology in various climatic regions of Slovakia are included. Therefore the concrete soils concerning their content of available potassium are evaluated separately according to main soil types which occur on agricultural land in Slovakia. Available potassium was determined according to analytical procedures of Mehlich III. On the basis of obtained results it may be said that the content of available potassium in agricultural soils of Slovakia is rather variable and it ranges between 121–401 mg.kg⁻¹, where the lowest content of available potassium was indicated in Regosols and the highest content of available potassium was determined in Luvisols.

Unlike the relatively current good supply of available potassium in agricultural soils of Slovakia in general, its content has been decreased meanly about 20–25% since the beginning of soil monitoring system realization (1993 year).

soil monitoring, available potassium, soils of Slovakia

V príspevku je hodnotený aktuálny stav a vývoj prístupného draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Kým pred rokom 1990 sa priemerné dávky NPK pohybovali na úrovni 220–230 kg.ha⁻¹ č.ž., v nasledovnom období výrazne poklesli až na 40–60 kg.ha⁻¹ č.ž. NPK a v súčasnosti sa pohybujú na úrovni 100 kg.ha⁻¹ č.ž. NPK, pričom podstatná časť pripadá na dusík (76,31 kg.ha⁻¹ č.ž.), podstatne menej pripadá na fosfor (14,45 kg.ha⁻¹ č.ž.) a na draslík (11 kg.ha⁻¹ č.ž.), čo sa prejavilo aj na ich aktuálnom stave a vývoji v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Tento nepriaznivý dopad sme začali sledovať v celoštátnom systéme monitorovania pôd Slovenska, ktorý sa u nás permanentne realizuje od roku 1993.

Prísun prístupných živín, a teda aj draslíka vo forme priemyselných hnojív je teda oveľa nižší, čo je závažné konštatovanie o to viac, že význam draslíka vo výžive rastlín je nespochybniteľný. Pozitívne vplyva na reguláciu vodného režimu v rastlinách a vytváranie priaznivého napätia (turgoru) v bunkách. Draslík sa zúčastňuje a v mnohých prípadoch priamo aktivuje enzymatické reakcie, prostredníctvom ktorých napomáha syntéze bielkovín, cukrov, tukov, škrobu a celulózy (7). Netreba tiež zabú-

dať na význam draslíka pri zvyšovaní odolnosti rastlín voči stresovým faktorom, ako sú mraz – vyššia koncentrácia bunkovej šťavy posúva bod mrazu nižšie, ale taktiež aj voči hubovým a bakteriálnym chorobám, vytváraním pevnejších bunkových stien (3).

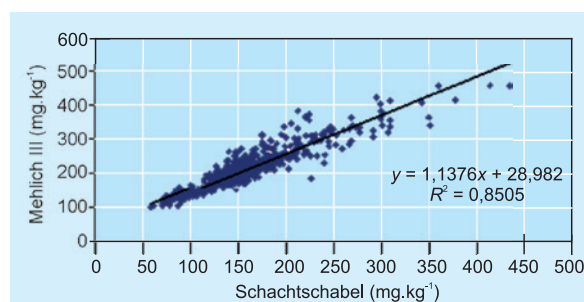
Obsah prístupného draslíka v pôde je podmienený pôdotvornou horninou a zrnitosťným zložením pôdy. Je viazaný najmä v draselných živcoch a v sludách (najmä v biotite, ktorý oveľa lepšie zvetráva ako napr. muskovit, pričom sa draslík lepšie uvoľňuje do pôdneho prostredia). Zvetrávaním pôdotvornej horniny vznikajú druhotné silikáty, predovšetkým ilové minerály, ktoré zachytávajú podstatnú časť uvoľneného draslíka z primárnych horninových nerastov (8). Aktuálny obsah prístupného draslíka a jeho doterajší vývoj vyhodnocujeme preto diferencovane na základe konkrétnych pôdnych typov Slovenska, čo je zároveň cieľom tohto príspevku.

Materiál a metódy

V príspevku sa vychádza z podkladov permanentného systému monitorovania pôd Slovenska, ktorého sieť bola konštruovaná na základe ekologického princípu. To znamená, že monitorovacie lokality zahŕňajú všetkých hlavných pôdnych predstaviteľov, ako aj pôdotvorné substráty, taktiež klimatické oblasti, znečistené aj relatívne čisté oblasti, špeciálne kultúry (vinice, chmeľnice), pričom zohľadňujeme aj druh pozemku (orná pôda, trvalé trávne porasty). Výsledkom takéhoto prístupu vznikla nepravidelná monitorovacia sieť 318 lokalít v rámci SR, pričom odber a analýzy pôdnych vzoriek sa realizuje v pravidelných 5-ročných cykloch. Analýzy prístupného draslíka boli vykonané na pracovisku laboratórnych činností pri NPPC – VÚPOP v Bratislave podľa jednotných pracovných postupov rozborov pôd (6) a boli analyzované metódou podľa Mehlicha III, v predchádzajúcom období od začiatku monitorovania pôd na Slovensku bol prístupný draslík analyzovaný podľa Schachtschabela. Komparácia nameraných analytických údajov prístupného draslíka v jednotlivých 5-ročných monitorovacích cykloch bola uskutočnená na základe nižšie uvedenej regresnej rovnice (obr. 1) tak, že uvedené údaje v jednotlivých monitorovacích cykloch sú tak hodnotené jednotne podľa Mehlicha III (5).

Dosiahnuté výsledky pochádzajú z najnovšieho, v poradí už piateho ukončeného monitorovacieho cyklu poľnohospodárskych pôd Slovenska (2013 – 2017) a boli sprá-

Obrázok 1: Regresná závislosť pre draslík (mg.kg⁻¹) stanovený rôznymi analytickými metódami
Figure 1: Regression relationship for potassium (mg.kg⁻¹) determined by various analytical methods



Tabuľka 1: Kritériá hodnotenia prístupného draslíka v pôde podľa metódy Mehlich III (Kobza a Gáborík, 2008)
Table 1: Criteria for evaluation of available potassium in soil according to Mehlich III method (Kobza and Gáborík, 2008)

Obsah (1)	Pôda (2)		
	ľahká (3)	stredná (4)	ťažká (5)
draslík (mg.kg ⁻¹) (6)			
Nízky (7)	do 90	do 130	do 170
Vyhovujúci (8)	91 – 150	131 – 200	171 – 260
Dobrý (9)	151 – 230	201 – 300	261 – 370
Vysoký (10)	231 – 350	301 – 400	371 – 500
Veľmi vysoký (11)	nad 350	nad 400	nad 500

(1) content, (2) soil, (3) sandy, (4) loamy, (5) clayey, (6) potassium in mg.kg⁻¹, (7) low content, (8) sufficient content, (9) good content, (10) high content, (11) very high content

cované a vyhodnotené podľa zaužívaných štatistických postupov zohľadňujúce konkrétne pôdne typy Slovenska.

Pre hodnotenie výsledkov obsahu prístupného draslíka v pôdach Slovenska boli použité kritériá uvedené v tabuľke 1.

Výsledky a diskusia

V tabuľke 2 sú uvedené základné štatistické charakteristiky obsahu prístupného draslíka v ornici poľnohospodárskych pôd Slovenska.

Aktuálny obsah prístupného draslíka v ornici poľnohospodárskych pôd Slovenska sa pohybuje priemerne na úrovni nízkej až veľmi vysokej zásobenosti (priemerne v rozpätí 121,00 – 401,20 mg.kg⁻¹). Najvyššie priemerné hodnoty prístupného draslíka boli zistené na hnedozemiach. Najnižší obsah prístupného draslíka bol nameraný na regozemiach vyskytujúcich sa najmä na kremítych eolických pieskoch Záhoria.

Zásobenosť pôd draslíkom je napr. v porovnaní s fosforom lepšia, čo pramení z pomerne dobrých prirodzených zdrojov minerálneho zloženia pôdy (3). Obsah prístupného

Tabuľka 2: Obsah prístupného draslíka (Mehlich III) v ornici (0 – 0,1 m) poľnohospodárskych pôd SR (5. monitorovací cyklus)
Table 2: Content of available potassium (Mehlich III) in arable layer (0–0.1 m) of agricultural soils of Slovakia (the 5th monitored cycle)

Pôdy (1)	Druh pozemku (2)	K (mg.kg ⁻¹) (3)		
		X _{min} (4)	X _{max} (5)	X (6)
PG + LMg na spraš. hlinách (7)	OP (23)	53,00	715,00	250,43 (d) (25)
	TTP (24)	83,90	432,00	172,70 (vyh) (26)
HM + HMg prevažne na sprašiach (8)	OP	113,0	2975,00	401,20 (vv) (27)
ČM na sprašiach (9)	OP	83,90	641,00	255,10 (d)
FM + FMG na karb. fluv. sed. (10)	OP	53,00	624,00	199,70 (vyh)
FM + FMG na nekarb. fluv. sed. (11)	OP	17,90	340,00	136,05 (vyh)
KM na vulkanitoch (12)	TTP	59,00	283,00	132,63 (vyh)
	OP	118,00	355,00	264,00 (d)
KM na kyslých substrátoch (13)	OP	104,00	320,00	193,91 (vyh)
	TTP	56,30	425,00	134,81 (vyh)
KM + KMg na flyši (14)	TTP	76,20	436,00	196,80 (vyh)
	OP	58,70	408,00	159,81 (vyh)
KM na karb. substrátoch (15)	TTP	134,00	354,00	204,57 (d)
	OP	184,00	218,00	200,00 (vyh)
RA na vápencoch (16)	TTP	55,00	377,00	161,40 (vyh)
	OP	103,00	295,00	194,30 (vyh)
ČA na karb. fluv. sed. (17)	OP	68,30	403,00	220,70 (d)
ČA na nekarb. fluv. sed. (18)	OP	83,20	699,00	294,90 (d)
PZ, RNP, LIq (19)	TTP	144,00	266,00	213,60 (d)
RM na karb. pieskoch (20)	OP	128,00	484,00	257,00 (d)
RM na nekarb. pieskoch (21)	OP	49,90	193,00	121,00 (n) (28)
SK+SC (solné pôdy) (22)	TTP	120,00	471,00	211,10 (d)

(1) soils, (2) land use, (3) potassium in mg.kg⁻¹, (4) minimum value, (5) maximum value, (6) arithmetic mean, (7) Planosols + Retisols (FAO, 2014), (8) Luvisols, (9) Chernozems, (10) Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (11) Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (12) Cambisols on volcanic rocks, (13) Cambisols on crystalline rocks, (14) Cambisols on flysch, (15) Cambisols on carbonate rocks, (16) Rendzic Leptosols, (17) Phaeozems on carbonate fluvial sediments, (18) Phaeozems on non-carbonate fluvial sediments, (19) Podzols and Leptosols on acid to very acid rocks, (20) Regosols on carbonate eolic sands, (21) Regosols on non-carbonate eolic sands, (22) Solonchaks and Solonetz, (23) arable land, (24) permanent grassland, (25) good supply of potassium, (26) sufficient supply of potassium, (27) very high supply of potassium, (28) low supply of potassium

ho draslíka v období Komplexného prieskumu poľnohospodárskych pôd (1961 – 1970) sa pohyboval v rozpätí 64,4 – 129,1 mg.kg⁻¹ (priemerne 108 mg.kg⁻¹), čo bolo uvedené v predchádzajúcom príspevku (2). Neskôr, podobne ako pri fosfore, dochádzalo k zvyšovaniu tohto prvku v poľnohospodárskych pôdach, najmä intenzívnym draselným hnojením hlavne v 70-tych a 80-tych rokoch minulého storočia. Na začiatku monitorovania pôd Slovenska (začiatkom 90-tych rokov) sa obsah prístupného draslíka v ornici poľnohospodárskych pôd pohyboval prevažne v rozpätí 150 – 300 mg.kg⁻¹, pričom predstavoval strednú zásobu tohto prvku v poľnohospodárskych pôdach. Neskôr, vplyvom už spomínaného znižovania dávok priemyselných hnojív, a teda aj K-hnojív dochádza taktiež k určitému poklesu tohto prvku, i keď nie až tak výraznému, ako pri fosfore (priemerne o 15 – 20 % za všetky sledované pôdy) (3). Doterajší vývoj obsahu prístupného draslíka v jednotlivých pôdach (od začiatku monitorovania pôd na Slovensku v roku 1993 v 5-roč-

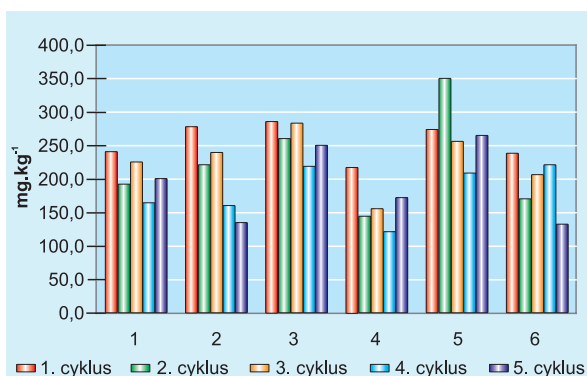
ných cykloch) po súčasnosť je graficky znázornený na obrázkoch 2 a–d.

Vysoko preukazný rozdiel v obsahu prístupného draslíka medzi 1. a 5. monitorovacím cyklom bol zistený pri fluvizemiach nekarbonátových a časti pseudoglejov a luvizemí (pod TTP), tiež preukazný rozdiel bol zistený na kambizemiach pod TTP.

Zistené rozdiely prístupného draslíka v hodnotených pôdach (obr. 2b, tab. 3b) sú štatisticky nepreukazné. Ich určitá variabilita v jednotlivých monitorovacích cykloch môže byť zapríčinená jednak nerovnomerným draselným hnojením, ako aj prirodzenou variabilitou tohto prvku.

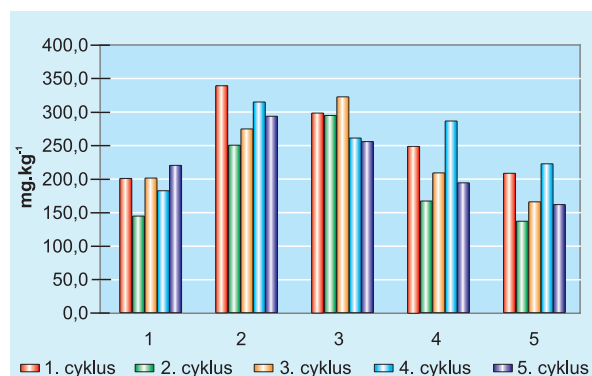
Preukazné až vysoko preukazné rozdiely prístupného draslíka medzi 1. a 5. monitorovacím cyklom boli zistené pri kambizemiach na kryštaliniku. Pri ostatných kambizemiach neboli zistené štatisticky preukazné rozdiely. Kambizeme na karbonátových substrátoch (na ornej pôde) kvôli nízkej početnosti súboru štatisticky nevyhodnocované neboli.

Obrázok 2a: Vývoj obsahu prístupného draslíka (Mehlich III) v poľnohospodárskych pôdach SR
Figure 2a: Development of available potassium (Mehlich III) in agricultural soils of Slovakia



(1) Fluvisols on carbonateous fluvial sediments, (2) Fluvisols on non-carbonateous fluvial sediments, (3) Planosols and Retisols (arable soils), (4) Planosols and Retisols (grassland), (5) Cambisols on volcanic rocks (arable land), (6) Cambisols on volcanic rocks (grassland)

Obrázok 2b: Vývoj obsahu prístupného draslíka (Mehlich III) v poľnohospodárskych pôdach SR
Figure 2b: Development of available potassium (Mehlich III) in agricultural soils in Slovakia



(1) Phaeozems (carbonateous), (2) Phaeozems (non-carbonateous), (3) Chernozems, (4) Rendzic Leptosols (arable soils), (5) Rendzic Leptosols (grassland)

Tabuľka 3a: F-test preukaznosti rozdielov prístupného draslíka medzi 1. a 5. monitorovacím cyklom

Table 3a: F-test of statistical relevance of available potassium between the 1st and the 5th monitored cycle

Pôdy (1) (F-test)	FMC (2)	FM (3)	PG + LMg (OP) (4)	PG + LMg (TTP) (5)	KM na vulk. (OP) (6)	KM na vulk. (TTP) (7)
Vypočít. (8)	1,37 ⁻ (11)	3,23 ^{**} (12)	1,47 ⁻	9,71 ^{**}	5,21 ⁻	4,49 [*] (13)
P _{0,05} (9)	2,1	2,2	1,7	3,9	6,4	3,8
P _{0,01} (10)	2,9	3,1	2,1	4,9	16,0	7,0

(1) soils, (2) Fluvisols on carbonateous fluvial sediments, (3) Fluvisols on non-carbonateous fluvial sediments, (4) Planosols + Retisols – arable land, (5) permanent grassland, (6) Cambisols on volcanic rocks – arable land (7) Cambisols on volcanic rocks – permanent grassland, (8) calculated values, (9) table value at P = 5 %, (10) table value at P = 1 %, (11) no statistical relevance, (12) statistical high relevance, (13) statistical relevance

Tabuľka 3b: F-test preukaznosti rozdielov prístupného draslíka medzi 1. a 5. monitorovacím cyklom

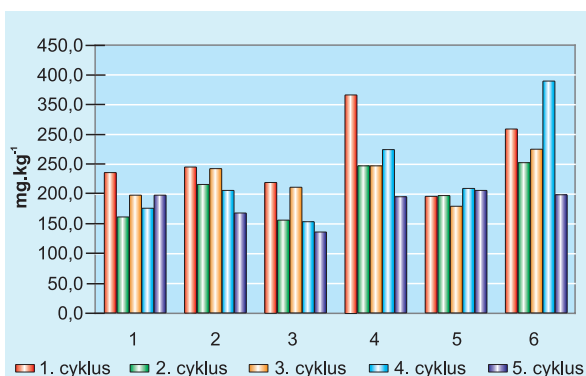
Table 3b: F-test of statistical relevance of available potassium between the 1st and the 5th monitored cycle

Pôdy (1) (F-test)	ČAc (2)	ČA (3)	ČM (4)	RA (OP) (5)	RA (TTP) (6)
Vypočít. (7)	1,45 ⁻ (10)	2,30 ⁻	1,90 ⁻	2,17 ⁻	1,84 ⁻
P _{0,05} (8)	2,5	4,3	2,1	5,1	3,2
P _{0,01} (9)	3,7	8,5	2,9	11,0	5,4

(1) soils, (2) Phaeozems (carbonateous), (3) Phaeozems (non-carbonateous), (4) Chernozems, (5) Rendzic Leptosols – arable land, (6) Rendzic Leptosols – grassland, (7) calculated values, (8) table value at P = 5 %, (9) table value at P = 1 %, (10) no statistical relevance

Obrázok 2c: Vývoj obsahu prístupného draslíka (Mehlich III) v poľnohospodárskych pôdach SR

Figure 2c: Development of available potassium (Mehlich III) in agricultural soils in Slovakia



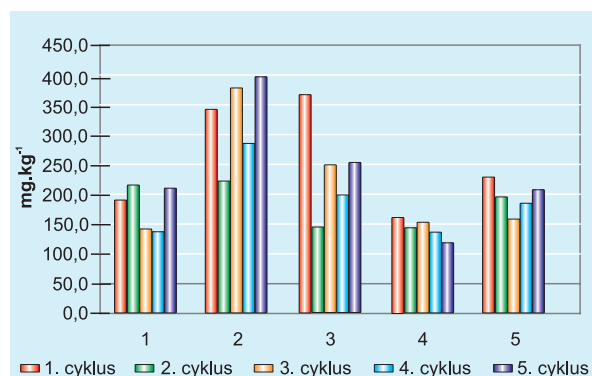
(1) KM – Cambisols on flysch (grassland), (2) Cambisols on flysch (arable soils), (3) Cambisols on crystalline rocks (grassland), (4) Cambisols on crystalline rocks (arable soils), (5) Cambisols on carbonateous rocks (grassland), (6) Cambisols on carbonateous rocks (arable soils)

Pri hodnotených pôdach (obr. 2d) boli preukazné rozdiely medzi 1. a 5. monitorovacím cyklom zistené pri hnedozemiach a regozemiach karbonátových (tab. 3d), pri podzolochoch nebol zistený štatisticky preukazný rozdiel. Ich určité rozdiely pri prístupnom draslíku sú spôsobené jeho prirodzenou variabilitou v týchto pôdach (ide o vysokohorské pôdy bez kultivácie). Regozeme na nekarbonátových viatých pieskoch, ako aj soľné pôdy štatisticky nevyhodnocované neboli kvôli nízkej početnosti súborov.

Na základe doteraz dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že vývoj prístupného draslíka je v hodnotených pôdach za doterajšie obdobie pomerne variabilný, výraznejší nárast od začiatku monitorovania pôd (v porovnaní s rokom 1993) bol zistený práve pri hnedozemiach. Určitá nerovnomernosť v zásobenosti pôd draslíkom v priebehu jednotlivých monitorovacích cyklov môže byť spôsobená nerovnomerným draselným hnojením, rozdielnym odberom tejto živiny pestovanými plodinami, ako aj prirodzenou variabilitou draslíka v pôdnom prostredí (4).

Obrázok 2d: Vývoj obsahu prístupného draslíka (Mehlich III) v poľnohospodárskych pôdach SR

Figure 2d: Development of available potassium (Mehlich III) in agricultural soils in Slovakia



(1) Podzols, (2) Luvisols, (3) Regosols on carbonateous eolic sands, (4) Regosols on non-carbonateous eolic sands, (5) Solonchaks and Solonetz

V prevažnej časti hodnotených pôd možno pozorovať prevažne mierne zníženie obsahu prístupného draslíka v poľnohospodárskych pôdach od začiatku realizácie monitoringu pôd na Slovensku (od roku 1993), čo je spôsobené nižšími dávkami aplikovaných draselných hnojív po roku 1990.

Taktiež bol sledovaný vývoj obsahu prístupného draslíka na vybraných piatich kľúčových monitorovacích lokalitách (Topofníky – fluvizem kultizemná, var. karbonátová, Malanta – hnedozem kultizemná, Voderady – černoziem kultizemná, var. karbonátová, Liesek – pseudoglej kultizemný a Moravský Ján – regozem kultizemná) v každoročnom sledovaní (časová variabilita), ktorý je znázornený na obrázku 3.

Vývoj obsahu prístupného draslíka od roku 1994 je, najmä na lokalitách Voderady pri Trnave a Malanta, značne variabilný, pričom na lokalitách Voderady pri Trnave, Malanta a Moravský Ján s jeho výrazným nárastom v roku 2005. Je to pravdepodobne spôsobené nepravidelným draselným hnojením a kultiváciou, ako aj prirodzenou va-

Tabuľka 3c: F-test preukaznosti rozdielov prístupného draslíka medzi 1. a 5. monitorovacím cyklom

Table 3c: F-test of statistical relevance of available potassium between the 1st and the 5th monitored cycle

Pôdy (1) (F-test)	KM na flyši (TTP) (2)	KM na flyši (OP) (3)	KM na kryštaliniku (TTP) (4)	KM na kryštaliniku (OP) (5)	KM na karb. substr. (TTP) (6)
Vypočít. (7)	2,03 (10)	1,10 [*]	8,68 ^{**} (11)	4,75 [*] (12)	1,71 [*]
$P_{0,05}$ (8)	2,3	2,5	2,3	3,2	6,4
$P_{0,01}$ (9)	3,4	3,7	3,4	5,4	16,0

(1) soils, (2) Cambisols on flysch – permanent grassland, (3) Cambisols on flysch – arable land, (4) Cambisols on crystalline rocks – permanent grassland, (5) Cambisols on crystalline rocks – arable land, (6) Cambisols on carbonateous rocks – permanent grassland, (7) calculated values, (8) table value at $P = 5\%$, (9) table value at $P = 1\%$, (10) no statistical relevance, (11) statistical high relevance, (12) statistical relevance

Tabuľka 3d: F-test preukaznosti rozdielov prístupného draslíka medzi 1. a 5. monitorovacím cyklom

Table 3d: F-test of statistical relevance of available potassium between the 1st and the 5th monitored cycle

Pôdy (1) (F-test)	PZ (TTP) (2)	HM (OP) (3)	RM ^c (OP) (4)
Vypočít. (5)	8,58 [*] (8)	1,85 [*] (9)	6,47 [*]
$P_{0,05}$ (6)	9,6	1,8	6,4
$P_{0,01}$ (7)	30,8	2,4	16,0

(1) soils, (2) Podzols – permanent grassland, (3) Luvisols – arable land, (4) Regosols on carbonateous eolic sands – arable land, (5) calculated values, (6) table value at $P = 5\%$, (7) table value at $P = 1\%$, (8) no statistical relevance, (9) statistical relevance

Tabuľka 4: Základné štatistické ukazovatele časovej variability K (Mehlich III) na vybraných kľúčových monitorovacích lokalitách za obdobie rokov 1994–2017

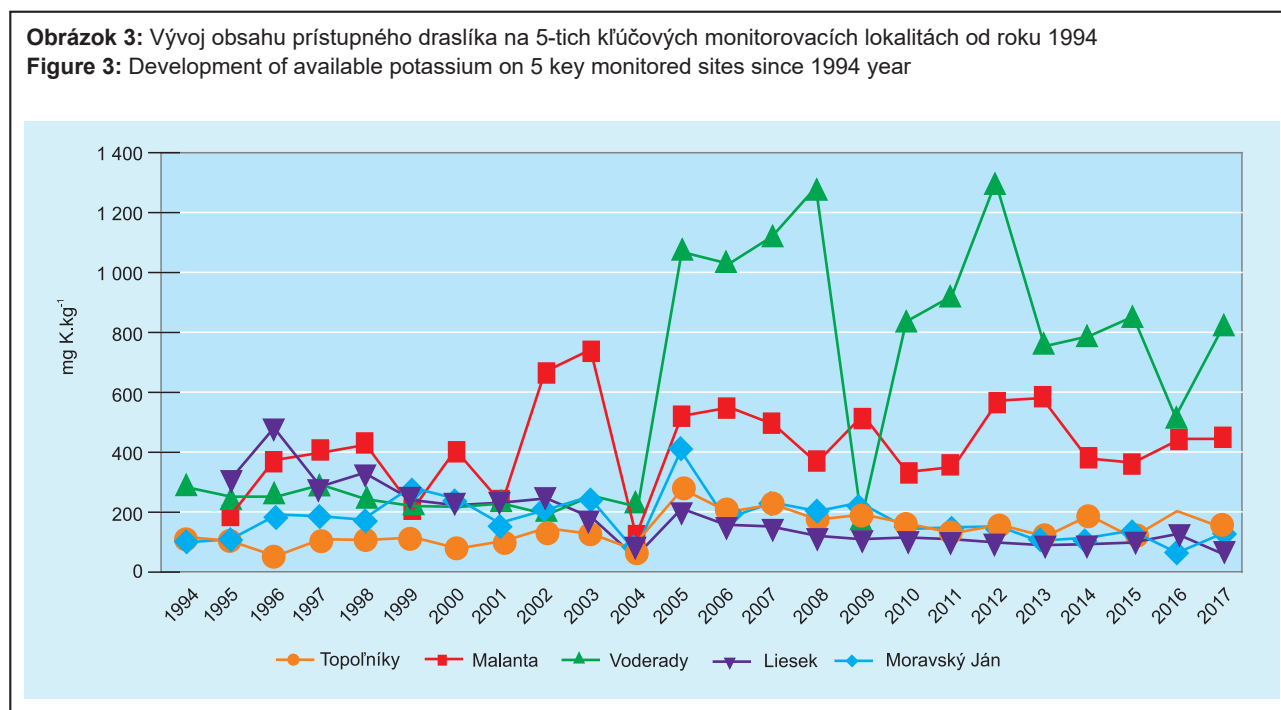
Table 4: Basic statistical parameters of potassium time variability (Mehlich III) on selected key monitored sites during period of years 1994–2017

Kľúčové lokality (1)	Základné štatistické ukazovatele (mg.kg ⁻¹) (2)					
	n (3)	X _{min} (4)	X _{max} (5)	X (6)	Sx (7)	V (%) (8)
Malanta (HMa) (9)	24	127,9	740,0	421,62	150,99	35,81
Mor. Ján (RMa) (10)	24	65,1	419,4	174,83	78,02	44,62
Topoľníky (FMa ^c) (11)	24	59,9	283,1	143,48	52,26	36,42
Voderady (ČMa ^c) (12)	24	183,4	1295,8	592,11	391,55	66,13
Liesek (PGa) (13)	23	53,4	484,7	180,63	105,03	58,15

(1) key monitored sites, (2) basic statistical parameters, (3) frequency of statistical file, (4) minimum value, (5) maximum value, (6) arithmetic mean, (7) standard deviation, (8) coefficient of variability, (9) Luvisol, (10) Regosol, (11) Fluvisol (carbonateous), (12) Chernozem, (13) Planosol

Obrázok 3: Vývoj obsahu prístupného draslíka na 5-tich kľúčových monitorovacích lokalitách od roku 1994

Figure 3: Development of available potassium on 5 key monitored sites since 1994 year



riabilitou tohto prvku v pôde. Jeho základné matematicko-štatistické vyjadrenie časovej variability v jednotlivých vybraných kľúčových monitorovacích lokalitách je uvedené v tabuľke 4.

Priemerný obsah prístupného draslíka je najvyšší na intenzívne obhospodarovaných pôdach, a to na lokalitách Voderady pri Trnave (černozem kultizemná) a Malanta (hnedozem kultizemná), 421,62 – 592,11 mg.kg⁻¹, čo je obsah veľmi vysoký (5) a zodpovedá dlhodobej intenzifikácii hospodárenia na tejto lokalite, čo vidieť aj z nameraných hodnôt prístupného draslíka v jednotlivých rokoch (obr. 3). Variabilita prístupného draslíka bola na jednotlivých lokalitách pomerne vyrovnaná s výnimkou lokality Voderady (ČMa), kde variačný koeficient dosahuje hodnotu 66,13 %.

Záver

V príspevku bol zhodnotený aktuálny stav a doterajší vývoj prístupného draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska od roku 1993, kedy sa začal realizovať komplexný monitoring poľnohospodárskych pôd Slovenska.

Na základe našich doterajších najnovších zistení z výsledkov monitoringu pôd Slovenska možno konštatovať, že obsah prístupného draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska sa pohybuje v pomerne širokom rozpätí, priemerne 121 – 401 mg.kg⁻¹, čo predstavuje nízku až veľmi vysokú zásobenosť pôd draslíkom. Najnižšia zásobenosť pôd draslíkom bola zistená na regozemiach na kremítych viatych pieskoch (najmä oblasť Záhoria), najvyšší obsah prístupného draslíka bol zaznamenaný na hnedozemiach na spraši, ktoré sa zaraďujú medzi naše najproduktívnejšie pôdy. Nami zistený priemerný obsah prístupného draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska predstavuje 208 mg.kg⁻¹, čo predstavuje v súčasnosti ešte stále jeho dobrý obsah (5), i keď jeho obsah od roku 1993 sa priemerne znížil o 20 – 25 %. Vzhľadom k tomu, že v rámci monitorovania pôd Slovenska nie je možné z finančného hľadiska prehodnocovať každú parcelu, ako aj vo vzťahu k ich preukázanej značnej variabilite, odporúča sa na jednotlivých parcelách merať obsah prístupného draslíka (ako aj ostatných živín) vo vzťahu ku konkrétnej pôde a k jej zásobenosti prístupným draslíkom ako aj ku konkrétnej pestovanej plodine.

Literatúra

- (1) FAO. 2014. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Rome : FAO, 2014, 106 p. ISBN 978-92-5-108369-7. ISSN 0532-0488.
- (2) KOBZA, J. – STYK, J. 1997. Phosphorus and potassium retrospective monitoring in main soils in Slovakia. Proceedings of SFRI Bratislava, 20/II., 1997, pp. 167–174.
- (3) KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – DODOK, R. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – PÁLKA, B. – PAVLENDA, P. – SCHLOSSEROVÁ, J. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2014. Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2007–2012). Bratislava : NPPC – VÚPOP, 2014, 252 s. ISBN 978-80-8163-004-0.
- (4) KOBZA, J. 2016. Monitoring obsahu prístupného fosforu a draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In *Agrochémia*, roč. 22, 2016, no. 56, s. 43–46.
- (5) KOBZA, J. – GÁBORÍK, Š. 2008. Súčasný stav a vývoj obsahu makro- a mikroelementov v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Bratislava : VÚPOP, 2008, 58 s. ISBN 978-80-89128-47-1.
- (6) KOLEKTÍV. 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. Bratislava : VÚPOP, 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1.
- (7) LOŽEK, O. 1997. Výživa a hnojenie rastlín. Nitra : SPU, 1997, 102 s. ISBN 80-7137-348-6.
- (8) TORMA, S. 1999. Draslík – dôležitá živina v pôde a rastline. Bratislava : VÚPOP, 1999, 72 s. ISBN 80-85361-51-5.

prof. Ing. Jozef Kobza, CSc.

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum –
Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava,
RP – Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica
a Fakulta prírodných vied – Univerzita Mateja Bela, Tajovského
40, 974 01 Banská Bystrica, tel.: 048/310 02 41,
e-mail: jozef.kobza@nppc.sk

Vplyv biologicky aktívnych látok na produkciu a kvalitu slnečnice ročnej

Effect of biologically active compounds on sunflower production and quality

Alexandra Zapletalová, Ivan Černý

*The polyfactorial field experiments were realized with two-lines hybrids of sunflower (*Helianthus annuus* L.) NK Dolbi, NK Kondi, NK Tristan (the important difference is in early of hybrids) on experimental base EXBA Dolná Malanta in experimental years 2010 and 2011. The experiments were carried out by split plot method with randomized replications. The results were evaluated by statistic method LSD test. The production process was influenced statistically high significantly by weather conditions of years 2010 and 2011. Lower average temperatures and high average amount of precipitations in 2010 caused lower yield and lower fat content, compared to year 2011. In the range of used hybrids, the most efficient hybrid was NK Kondi, where higher production and quality was reached in 2011. The positive effect on achene yield and fat content was not found at treatments with Sunagreen application. Statistically high significant effect was recorded at control treatment.*

sunflower, achene yield, fat content, foliar treatment

Význam slnečnice ročnej spočíva v poskytovaní vysoko kvalitného a dieteticky hodnotného oleja príjemnej chuti. Obsah oleja u olejnatých foriem sa pohybuje na úrovni 45 %. Zodpovedajúca výživová hodnota je daná vysokým obsahom kyseliny linolovej (až 70 %), obsahom lyzínu

a metionínu v bielkovinách, ale i prítomnosťou karotenoidov (11).

Slnečnica ročná na tvorbu nadzemnej a podzemnej fytohmoty spotrebuje značné množstvo živín. V prípade, že sa z pôdy odnáša len hlavný produkt, t. j. nažky, do pôdy sa z celkového množstva prvkov prijatých nadzemnými orgánmi vráti až 50 % dusíka, 30 % fosforu, 90 % draslíka a 80 % horčíka (10).

Slnečnica ročná je teplomilná plodina a hlavne v skorých fázach vývoja veľmi citlivo reaguje na nízke teploty. Dochádza k spomaleniu alebo prakticky k zastaveniu rastu, čo sa prejavuje ešte niekoľko dní po oteplení. Negatívny vplyv na počiatočný vývoj slnečnice ročnej majú preemergentné herbicidy. Preto sa ponúka priestor rastlinným stimulátorom, ktoré môžu stresujúce účinky herbicidov do istej miery potlačiť (15).

Schopnosť rastlín prijímať živiny nielen koreňmi, ale aj listami a ďalšími nadzemnými časťami preukázali mnohé výskumné práce už pred viac než sto rokmi (9, 14, 19). Potvrdili, že anorganické soli môžu do rastlín vstupovať aj listami. V súčasnom období je uvedená možnosť využívaná pri hnojení početnej skupiny poľných plodín. Všeobecne platná skutočnosť, že využívaním listových hnojív nemožno riešiť dlhodobé nedostatky vo výžive rastlín, má svoje opodstatnenie aj v súčasnom období. Foliárna výživa nemôže nahradiť výživu rastliny z pôdy. Ani intenzívnym listovým hnojením v 7 – 14-dňových intervaloch nemožno pokryť plnú potrebu živín, nakoľko ich koncentrácia v listových hnojivách je nízka. V pestovateľskej praxi má listová výživa význam ako účinné doplnkové opatrenie, alebo presnejšie, ako efektívna forma zvyšovania úrovne výživy rastlín v priebehu vegetačného obdobia.

Rastlinné stimulatory alebo biostimulatory sú biologicky aktívne látky obsahujúce rastlinné alebo syntetické hormóny (16, 17), enzýmy, proteíny, aminokyseliny, mikroelementy a iné komponenty, ktoré významne ovplyvňujú finálnu kvantitatívnu a kvalitatívnu stránku produkcie, len za predpokladu, že všetky agrotechnické, výživárske, ochrannárske a pestovateľské opatrenia boli využité v maximálnej miere (8, 20).

Cieľom príspevku je zhodnotiť pozitívny vplyv rastových stimulátorov na úrodu a kvalitu slnečnice ročnej.

Materiál a metódy

Poľné polyfaktorové experimenty s dvojlíniovými hybridmi snečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) NK Kondi, NK Dolbi, NK Tristan (významný rozdiel spočíva v skorosti) sa realizovali v experimentálnom období rokov 2010 – 2011 na experimentálnej báze (EXBA) Dolná Malanta (zemepisná šírka 48° 19' 00"; zemepisná dĺžka 18° 09' 00"; nadmorská výška 175 m n.m.). Experimentálna báza sa zaraďuje do kukuričnej výrobnjej oblasti a klimatologicky je charakterizovaná teplým a mierne suchým podnebí počas vegetačného obdobia.

Hybridy snečnice ročnej boli pestované konvenčným spôsobom. Predplodinou bol jačmeň siaty jarný (*Hordeum vulgare* L.). Základné hnojenie bolo uskutočnené na základe agrochemického rozboru pôdy bilančnou metódou na plánovanú úrodu 3 t.ha⁻¹. Pri základnom obrábaní pôdy bola uskutočnená stredne hlboká orba. V jarnom období bolo aplikované minerálne hnojivo NPK (15 : 15 : 15) v dávke korešpondujúcej 45,0 kg.ha⁻¹ N, 19,6 kg.ha⁻¹ P a 37,3 kg.ha⁻¹ K. Výsev sa realizoval v prvej dekáde apríla v sponi 0,70 × 0,22 m spolu s aplikáciou herbicídu Wing P (BASF) v dávke zodpovedajúcej množstvu 4 l.ha⁻¹. počas vegetačnej periódy bol 2× aplikovaný fungicíd Pictor v dávke 0,5 l.ha⁻¹. Poveternostné podmienky jednotlivých vegetačných periód snečnice ročnej boli vyhodnotené prostredníctvom priemernej mesačnej teploty v °C a mesačným úhrnom zrážok v mm (obr. 1, obr. 2).

Foliárna aplikácia rastového biostimulátora Sunagreen bola uskutočnená, v aplikačnej dávke 0,5 l.ha⁻¹. v dvoch termínoch:

1. rastová fáza 4. až 6. pravých listov (BBCH 15),
2. rastová fáza formovania kvetného puku (BBCH 51).

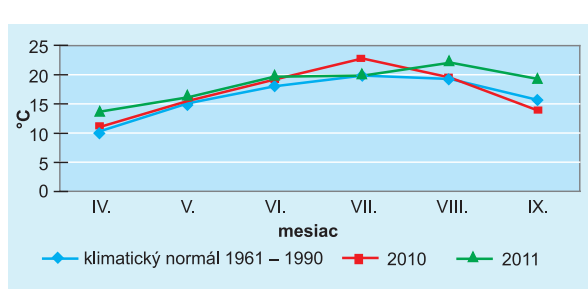
Poľné, polyfaktorové pokusy boli založené metódou kolmo delených blokov. Stupne faktorov boli rozmiestnené v náhodnom usporiadaní v troch opakovaniach. Veľkosť pokusnej parcelky bola 2,1 × 7 m. Výsledky experimentu boli vyhodnotené štandardnými grafickými a štatistickými metódami (LSD test), v štatistickom programe Statistica 7.

Výsledky a diskusia

Proces tvorby úrody poľných plodín je významne ovplyvňovaný prítomnosťou a početnosťou mnohých faktorov, z ktorých dominujúce postavenie v tomto smere prináleží faktorom agroekologickým, resp. ich vzájomnému interakčnému spolupôsobeniu. V procese tvorby úrody olejnin, ako aj ostatných plodín, je vplyv poveternostných

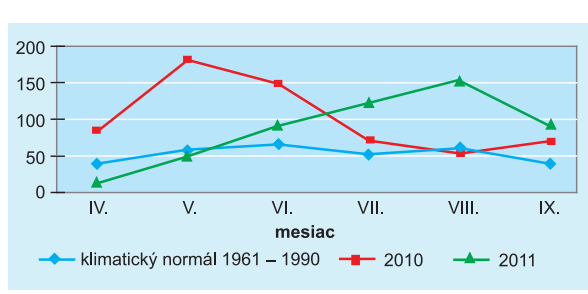
Obrázok 1: Priemerné teploty rokov 2010 a 2011 a klimatický normál

Figure 1: Average temperatures of years 2010 and 2011 and climat. normal



Obrázok 2: Priemerný úhrn zrážok rokov 2010 a 2011 a klimatický normál

Figure 2: Average amount of precipitation of years 2010 and 2011 and climat. normal



podmienok ročníka považovaný za rozhodujúci (1) čo potvrdzujú aj nami dosiahnuté výsledky, kde vplyv pestovateľského ročníka bol štatisticky vysoko preukazný. Nízke priemerné teploty v roku 2010 na začiatku a konci vegetačného obdobia snečnice ročnej (tab. 1) a vysoké priemerné hodnoty úhrnu zrážok v roku 2010 v porovnaní s klimatickým normálom (tab. 2) ovplyvnili produkčný proces snečnice ročnej štatisticky vysoko preukazne. V roku 2010 vplyvom nepriaznivých poveternostných podmienok bola zaznamenaná nižšia úroda nažiek, 2,95 t.ha⁻¹, ako v roku 2011, ktorá bola na úrovni 3,90 t.ha⁻¹. Rovnako z pohľadu hodnotenia kvality snečnice ročnej bol dosiahnutý štatisticky vysoko preukazne vyšší obsah tuku v nažkách, 50,51 %, v roku 2011 v porovnaní s rokom 2010, kde

Tabuľka 1: Vplyv roka na úrodu nažiek (t.ha⁻¹), LSD test, $\alpha = 0,01$, PČ = 0,05826, sv = 28,000

Table 1: Effect of year on achene yield (t.ha⁻¹), LSD test, $\alpha = 0.01$, PČ = 0.05826, sv = 28.000

Rok (1)	Úroda nažiek (2)	1	2
2010	2,58	****	
2011	3,92		****

(1) year, (2) achene yield

Tabuľka 2: Vplyv roka na obsah tukov (%) LSD test, $\alpha = 0,01$, PČ = 3,2969, sv = 28,000

Table 2: Effect of year on fat content (%) LSD test, $\alpha = 0.01$, PČ = 3.2969, sv = 28.000

Rok (1)	Obsah tuku (2)	1	2
2010	41,64	****	
2011	50,52		****

(1) year, (2) fat content

obsah tuku bol nižší 41,64 % (tab. 2). Mnohí autori (3, 12) sú názoru, že poveternostné podmienky zásadne vplyvajú na zmeny v metabolizme poľných plodín, ktoré zapríčiňujú pokles kvalitatívnych ukazovateľov jednotlivých plodín.

V rozsahu výberu biologického materiálu treba zohľadniť agroekologické podmienky experimentálnej oblasti, v ktorých sa pokus so sľečnicou ročnou realizoval, resp. schopnosť a konkrétneho hybridu adaptovať sa na konkrétne podmienky.

V rámci hodnotenia biologického materiálu bola úroda nažiek štatisticky vysoko preukazne ovplyvnená vybranými hybridmi. Najvyššia úroda, 4,19 t.ha⁻¹, bola dosiahnutá pri hybride NK Kondi v roku 2011 a najnižšia, 2,38 t.ha⁻¹, pri hybride NK Dolbi v roku 2010 (tab. 3). Štatisticky vysoko preukazný rozdiel bol zaznamenaný iba pri hybride NK Kondi v porovnaní s hybridmi NK Dolbi a NK Tristan (tab. 4). Štatistické vyhodnotenie potvrdilo štatisticky vysoko preukazný vplyv hybridov na obsah tuku v nažkách. Najvyšší obsah tuku, 56,30 %, bol zistený pri hybride NK Kondi v roku 2011 a najnižší, 40,75 %, v roku 2010 pri hybride NK Dolbi. V rámci zisťovania rozdielov medzi hybridmi bol zaznamenaný štatisticky vysoko významný rozdiel pri všetkých hybridoch (tab. 5). Z pohľadu hodnotenia kvantity a kvality hybridov sľečnice ročnej bol najvýkonnejším hybrid NK Kondi (tab. 4 a 5). Zaznamenané výsledky potvrdzujú fakt, že každý hybrid má svoj produkčný potenciál, ktorý môže byť dosiahnutý iba ak sú dodržané správne

agrotechnické zásahy a priaznivé podmienky pestovateľského prostredia (2).

Štatistické vyhodnotenie experimentu v rámci hodnotenia foliárnej aplikácie biologicky aktívnych látok potvrdilo štatisticky vysoko preukazný vplyv na úrodu nažiek, avšak na variante s aplikáciou rastového stimulantu Sunagreen boli dosiahnuté nižšie úrody, 3 t.ha⁻¹, v porovnaní s kontrolným variantom, 3,37 t.ha⁻¹ (tab. 5). Najvyššia úroda, 4,57 t.ha⁻¹, bola zaznamenaná na kontrolnom variante pri hybride NK Kondi v roku 2011 a naopak najnižšia úroda, 2,37 t.ha⁻¹, na kontrolnom variante pri hybride NK Dolbi v roku 2010 (tab. 6). Hodnotením obsahu tuku v nažkách sľečnice ročnej boli zistené štatisticky vysoko významné rozdiely medzi variantmi s aplikáciou biostimulantu Sunagreen a kontrolným variantom. Najvyšší obsah tuku, 56,96 %, bol dosiahnutý na variante ošetrovanom biostimulátorom Sunagreen pri hybride NK Kondi v roku 2011 a naopak najnižší, 38,49 %, na variante ošetrovanom prípravkom Sunagreen pri hybride NK Dolbi v roku 2010 (tab. 6). Rastový stimulant Sunagreen zlepšuje ukladanie asimilátov do zásobných orgánov, zvýši sa hmotnosť semien, plody sú rovnomerne vyvinuté, s vyšším obsahom zásobných látok (cukry, škrob, olej) (18), čo však výsledky dvojročného experimentu nepotvrdili.

Priebeh dosiahnutých výsledkov, v závislosti od aplikovaného prípravku poukazuje na výraznú disproporciu účinku v rámci jednotlivých plodín a ročníkov (4, 5).

Tabuľka 3: Priemerné hodnoty úrody (t.ha⁻¹) a obsahu tuku (%) za roky 2010 a 2011

Table 3: Average yields (t.ha⁻¹) and fat content (%) in years 2010 and 2011

Rok (1)	Hybrid			Aritmetický priemer (2)	Smer. odchýlka (3)
	NK Dolbi	NK Kondi	NK Tristan		
Úroda nažiek (4)					
2010	2,38	2,89	2,58	2,62	0,26
2011	4,07	4,19	3,44	3,90	0,40
Aritmetický priemer (2)	3,23	3,54	3,01	3,26	
Smer. odchýlka (3)	1,20	0,92	0,61		0,30
Obsah tuku (5)					
2010	40,75	42,22	41,95	41,64	0,78
2011	52,04	56,30	43,19	50,51	6,69
Aritmetický priemer (2)	46,40	49,26	42,57	46,08	
Smer. odchýlka (3)	7,98	9,96	0,88		4,77

(1) year, (2) arithmetic average, (3) standard deviation, (4) achene yield, (5) fat content

Tabuľka 4: Vplyv hybridu na úrodu nažiek (t.ha⁻¹), LSD test, $\alpha = 0,01$, PČ = 0,05826, sv = 28,000

Table 4: Effect of hybrids on achene yield (t.ha⁻¹), LSD test, $\alpha = 0.01$, PČ = 0.05826, sv = 28.000

Hybrid (1)	Úroda nažiek (2)	1	2
NK Tristan	3,01	****	
NK Dolbi	3,17	****	
NK Kondi	3,57		****

(1) hybrid, (2) achene yield

Tabuľka 5: Vplyv hybridu na obsah tuku (%), LSD test, $\alpha = 0,01$, PČ = 3,2969, sv = 28,000

Table 5: Effect of hybrid on fat content (%), LSD test, $\alpha = 0.01$, PČ = 3.2969, sv = 28.000

Hybrid (1)	Obsah tuku (2)	1	2	3
NK Tristan	42,59	****		
NK Dolbi	46,40		****	
NK Kondi	49,26			****

(1) hybrid, (2) fat content

Tabuľka 6: Priemerné hodnoty úrodu (t.ha⁻¹) a obsahu tuku (%) na variantoch ošetrovania v rokoch 2010 a 2011
Table 6: Average achene yields (t.ha⁻¹) and fat content (%) at treatment in years 2010 and 2011

Rok (1)	Hybrid			Aritmetický priemer (2)	Smer. odchýlka (3)
	NK Dolbi	NK Kondi	NK Tristan		
Úroda nažiek (4)					
Kontrola (6)					
2010	2,37	2,87	2,74	2,66	0,26
2011	4,19	4,57	3,65	4,14	0,46
Aritmetický priemer (2)	3,28	3,72	3,20	3,40	
Smer. odchýlka (3)	1,29	1,20	0,64		0,35
Sunagreen					
2010	2,66	2,59	2,42	2,56	0,12
2011	4,45	3,25	2,87	3,52	0,82
Aritmetický priemer (2)	3,56	2,92	2,65	3,04	
Smer. odchýlka (3)	1,27	0,47	0,32		0,51
Obsah tuku (5)					
Kontrola (6)					
2010	42,13	43,94	43,80	43,29	1,01
2011	53,93	53,74	44,28	50,65	5,52
Aritmetický priemer (2)	48,03	48,84	44,04	46,97	
Smer. odchýlka (3)	8,34	6,93	0,34		4,27
Sunagreen					
2010	38,49	42,20	41,24	40,64	1,93
2011	44,96	56,96	43,77	48,56	7,30
Aritmetický priemer (2)	41,73	49,58	42,51	44,60	
Smer. odchýlka (3)	4,57	10,44	1,79		4,41

(1) year, (2) arithmetic average, (3) standard deviation, (4) achene yield, (5) fat content, (6) control treatment

Tabuľka 7: Vplyv ošetrovania na úrodu nažiek(t.ha⁻¹), LSD test, $\alpha = 0,01$, PČ = 0,05826, sv = 28,000
Table 7: Effect of treatment on achene yield (t.ha⁻¹), LSD tes, $\alpha = 0.01$, PČ = 0.05826, sv = 28.000

Ošetrovanie (1)	Úroda nažiek (2)	1	2
Sunagreen	3,04		****
Kontrola (3)	3,37	****	

(1) treatment, (2) achene yield (3) control treatment

Tabuľka 8: Vplyv ošetrovania na obsah tuku (%), LSD test, $\alpha = 0,01$, PČ = 3,2969, sv = 28,000
Table 8: Effect of treatment on fat content (%), LSD tes, $\alpha = 0.01$, PČ = 3.2969, sv = 28.000

Ošetrovanie (1)	Obsah tuku (2)	1	2
Sunagreen	44,60		****
Kontrola (3)	46,98	****	

(1) treatment, (2) fat content (3) control treatment

Uvedená disproporcja mohla byť spôsobená viacerými príčinami. Tak, ako to potvrdzujú početne realizované experimenty (6,7), závislosť úrody od aplikácie použitých prípravkov je výrazne ovplyvnená priebehom poveternostných podmienok ročníka a genetickým zameraním konkrétnej odrody.

Záver

Z dvojročných maloparcelkových pokusov, realizovaných na experimentálnych pozemkoch Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre, bol zistený štatisticky vysoko preukazný vplyv poveternostných podmienok ročníka na úrodu a kvalitu slnečnice ročnej. Z hľadiska formovania produkčných ukazovateľov sledovanej plodiny

(úroda nažiek, obsah tuku) bol poveternostne priaznivejší rok 2011 v porovnaní s rokom 2010.

Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky slnečnice ročnej vplyvom aplikácie rastového stimulátora Sunagreen vykazujú rôzne disproporcie. Na variantoch po aplikácii stimulátora Sunagreen nebol zistený pozitívny efekt prípravku na úrodu nažiek a obsah tuku slnečnice ročnej. Štatisticky vysoko významný efekt bol zaznamenaný na kontrolnom variante. Najvyššia dosiahnutá úroda nažiek, 4,57 t.ha⁻¹, bola zaznamenaná pri hybride NK Kondi na neošetrenom variante v roku 2011. Rovnaká tendencia bola zistená aj pri obsahu tuku, kde na kontrolnom variante pri hybride NK Kondi v roku 2011 bol dosiahnutý najvyšší obsah tukov, 56,96 %.

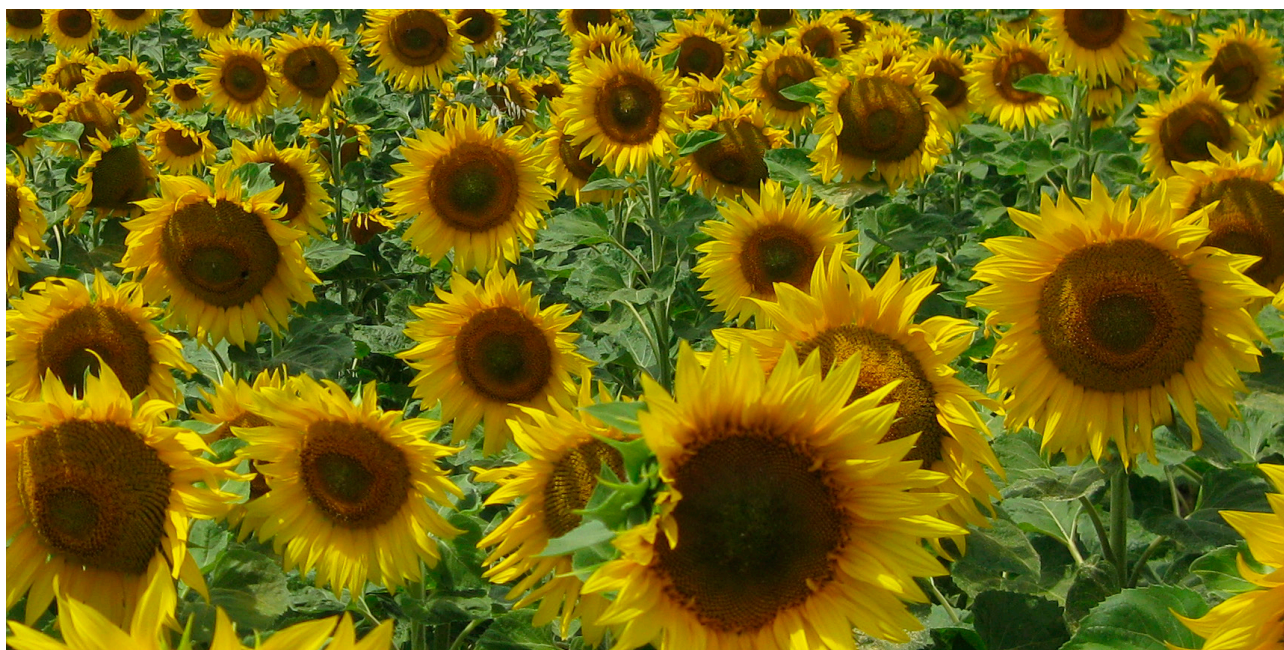
Literatúra

- (1) BRANDT, S.A. et al. 2003. Oilseed Crops for Semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. In *Agronomy Journal*, vol. 94, 2003, pp. 231–240.
- (2) ČERNÝ, I. 2010. Vplyv vhodného hybridu na úspešnosť pestovania slnečnice ročnej. In *Naše pole*, roč. 13, 2010, č. 3, s. 22–23.
- (3) ČERNÝ, I. et al. 2011. Influence of temperature and moisture conditions of locality on the yield formation of sunflower (*Helianthus annuus* L.). In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, vol. 59, no. 6, 2011, pp. 99–104.
- (4) ČERNÝ, I. a i. 2011. Zhodnotenie kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov produkcie slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) vplyvom vybraných faktorov jej pestovania. In *Sborník z konferencie „Prosperující olejiny“*, Praha : KRV AF ČZU, 2011, s. 101–104.
- (5) ČERNÝ, I. et al. 2015 Evaluation of year weather conditions and hybrids impact on the sunflower (*Helianthus annuus* L.) achene yield and fat content. In *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 2, 2015, Special issue on BQRMF, pp. 1846–1855.
- (6) ERNST, D. – ČERNÝ, I. 2017. Vplyv stimulantov rastu BiomagicPlus a BlackJak na ukazovatele produkčného procesu slnečnice ročnej. In *Prosperujúce plodiny poznatky z výskumu a praxe*, Nitra : SPU, 2017, s. 71–75. ISBN 987-80-552-1752-9.
- (7) ERNST, D. – ČERNÝ, I. 2017. Možnosti biostimulácie slnečnice ročnej. In *Naše pole*, 2017, č. 2, s. 42–44.
- (8) JANKOWSKI, K. – DUBIS, B. 2008. Biostimulators for field crops. *Biostimulators in modern agriculture*. Warsaw : Wieś jutra Sp., 2008, 24 p. ISBN 83-89503-50-6.
- (9) KOŁODZIEJCZYK, M. et al. 2013. The effectiveness of N-fertilization and microbial preparation on spring wheat. In *Plant Soil and Environment*, vol. 59, 2013, no. 8, pp. 335–341.
- (10) KOVÁČIK, P. 2009. *Výživa a systémy hnojenia rastlín*. 1 vyd., České Budejovice, 2009, s. 109. ISBN 978-80-87111-16-1.
- (11) LACKO-BARTOŠOVÁ, M. 2005. *Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo*. 1 vyd., Nitra : SPU, 2005, 575 s. ISBN 80-8069-556-3.
- (12) LENÁRT, R. 2004. Revolúcia v technológii pestovania slnečnice. In *Naše pole*, roč. 12, 2004, s. 23
- (13) MÁLEK, B. 2007. Faktory rozhodujúce o úrode slnečnice. In *Naše pole*, roč. 11, 2007, č. 4, s. 20–21.
- (14) OOSTERHUIS, D. – ROBERTSON, W. C. 2000. The use of plant growth regulators and other additives in cotton production. In *AAES Special Report 198, Proceedings of the 2000 Cotton Research Meeting*, 2000, pp. 22–32.
- (15) PEZA, Z. 2008. Stimulace a listová výživa slnečnice – výsledky poloprovozního sledování. In *Prosperující olejiny 2008. Sborník konference s mezinárodní účastí*, Praha : ČZU, 2008, s. 150–152. ISBN 978-80-213-1860-1.
- (16) PRUZIŃSKI, S. 2008. Biostimulators in plant protection. In *Biostimulators in modern agriculture. In Part General aspects*, 2008, 18 p.
- (17) SLOWIŃSKI, A. 2008. Biostimulatory w polowej produkcji roślinnej. In *Wieś Jurta*, 2008, no. 5, 29 p.
- (18) SOCHA, J. 2004. Princíp biologického účinku regulátora SUNAGREEN. [online] [cit. 2012-02-23]. Dostupné na: https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:zulorq0TWNQJ:www.biosfor.eu/images/produkty/princip_biologickeho_ucinku_regulatoru_sunagreen.doc+sunagreen&hl=sk&gl=sk&pid=bl&srcid=ADGEEShL2rlgTP_qtTPI-8dW505CkqbnXO1Eya_3x7x0vdezRoH8gRHPra6UK4t-2f0C6miPMD1VanoWm_aaA61PVS_hzq9Dye2EkK3m-82MuVtEPc7Tuw0ycRpZmJyVvf5D2wa2o-lxT&sig=AHIEt-bQsqmTD5y0I5LM_QdHqISWc3McueQ
- (19) VARGA, L. 2012. Listová výživa – významný intenzifikčný faktor pri pestovaní poľnohospodárskych plodín. [online] <http://www.rwaslovakia.sk/storage/file/Listov%C3%A1%20v%C3%BD%C5%BEiva%20RWA%20SLOVAKIA.pdf>, cit. 25. 9. 2012.
- (20) ZAHRADNÍČEK, J. a i. 2007. Zralost cukrovky z pohľadu pestiteľa a cukrovníka. In *Úroda*, roč. 55, 2007, č. 9, s. 30–31. ISSN 0139-6013.

*Ing. Alexandra Zapletalová, PhD.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Katedra agrochémie a výživy rastlín
Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra
e-mail: zapletalova.alexandra@gmail.com*

Poďakovanie

*Prezentované výsledky sú získané v rámci výskumného projektu VEGA číslo 1/0388/09/09
Racionalizácia pestovateľského systému slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) v podmienkach globálnej zmeny klímy riešeného na Katedre rastlinnej výroby SPU v Nitre.*



Monitoring hodnoty pôdnej reakcie kambizemí v poľnohospodárskych pôdach Slovenska

Monitoring of soil pH value on Cambisols in Slovakia

Jarmila Makovníková

Current state and development of pH value are presented in this contribution. Direct indicators of acidification have been monitored in soil monitoring network where Cambisols in various climatic regions of Slovakia are included. The soil monitoring in Slovakia is carried out on 5 years repetitions. The highest average pH/H₂O value (5th monitoring cycle) in the depth of 0–0.10 m (6.10) and in the depth of 0.35–0.45 m (6.44) was measured in Cambisols on flysch group (used as arable land). The lowest average pH/H₂O value at the depth of 0–0.10 m (4.91) and in the depth of 0.35–0.45 m (5.16) was determined in the Cambisols on crystalline rocks group. On the basis of obtained results it may be said that a decrease of average of active pH value (compared to 1993) in all groups of Cambisols was recorded at the depth of 0–0.1 m in the 5th monitoring cycle (sampling in 2013). However, the changes in pH/H₂O values between 2013 and 1993 years were not statistically significant according to t-parameter of Student test. Potential risk of acidification was expressed by negative correlation ($r = -0.84$) of pH/H₂O and active aluminium content. Active Al content was in the range 0.10–308.00 mg.kg⁻¹ at the depth of 0–0.10 m and in the range 0.10–337.00 mg.kg⁻¹ in the depth 0.35–0.45 m.

soil monitoring, Cambisols, soil acidification, active aluminium, Slovakia

Optimálna hodnota pôdnej reakcie patrí ku kľúčovým aspektom pri hodnotení ekosystémových služieb plynúcich z prírodných kapitálových zásob naplňajúcich ľudské potreby (21, 22) a je základným predpokladom udržateľného poľnohospodárstva, v ktorom pôda plní všetky svoje funkcie a služby v optimálnom rozsahu pri konkrétnom spôsobe jej využitia. Hodnota pôdnej reakcie vstupuje ako indikátor do hodnotenia produkčných služieb ako aj regulačných služieb, ktoré poskytuje agroekosystém. Pôdna reakcia indikuje acido-bázické reakcie v pôde a je výsledkom celkovej bilancie iónov v pôdnom roztoku. Pôdna acidita ovplyvňuje rast a činnosť koreňového

systému rastlín, ovplyvňuje skladbu druhového zloženia makro a mikrofauny v ekosystéme a podmieňuje úrody rastlín. Pôdna acidita determinuje aj prijateľnosť živín rastlinami (13), mobilitu Al, Mn a ťažkých kovov (5, 14, 15, 16, 17), ako aj viaceré fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy (sorpčnú kapacitu, kationovú a aniónovú výmennú kapacitu). Celý systém biochemických reakcií vo vzťahu pôda/rastlina, regulovaný enzýmami, je ovplyvnený aj hodnotou pH. Acidifikácia, negatívny proces okyslenia pôdy, predstavuje jeden zo závažných procesov chemickej degradácie, ktorý priamo aj nepriamo ovplyvňuje chemické procesy v pôde. Kyslosť pôdy je charakterizovaná nenasýtenosťou sorpčného komplexu, t. j. väčšinou výmenným zastúpením H⁺ a Al³⁺ iónov a prítomnosťou voľných H⁺ a Al³⁺ iónov v pôdnom roztoku. Stupeň ionizácie a disociácie iónov H⁺ v pôdnom roztoku určuje povahu pôdnej kyslosti. Aktuálna acidifikácia je výsledkom odosu kationov a potenciálnym zachytávaním aniónov (2) a vo všeobecnosti je ovplyvnená narušením kolobehu prvkov v ekosystéme. Schopnosť agroekosystému vyrovnať sa s prirodzenou i antropogénnou acidifikáciou je daná kapacitou a potenciálom pufráčnej funkcie pôdy, ktorá je podmienená funkčnými pufrujúcimi systémami (1). Práve pufráčna funkcia pôdy odráža stupeň rezistencie pôdy voči acidifikácii. V pôdach Slovenska sú dominantné tri pufrujúce systémy, systém karbonátov, pufrujúci systém silikátov až výmenných kationov a pufrujúci systém hliníka (25, 10). V rámci týchto systémov pôsobí pôdna organická hmota ako samostatný pufrujúci agens, pričom jej pufráčne vlastnosti sú determinované predovšetkým kvalitou humusotvorného materiálu. Pri zaťažení pôdy kyslými deponatmi, ak dochádza k prekročeniu špecifickej pufrujúcej kapacity daného pufrujúceho systému, pôda sa okysľuje a degraduje do iného pufrujúceho systému.

Acidifikácia je vratným procesom, dôsledky acidifikácie v agroekosystéme sú nevrátne. Acidifikácia pôd patrí podľa zákona 220/2004 (26) k degradačným procesom a každý vlastník poľnohospodárskej pôdy je povinný vykonávať agrotechnické opatrenia zamerané na zachovanie kvality pôdy a ochranu pred jej poškodením a degradáciou.

Degradačný proces acidifikácie a jeho priamy alebo nepriamy vplyv na plnenie ekosystémových služieb je uvedený v tabuľke 1 (3, 24).

Degradačný proces acidifikácie pôd je determinovaný priamymi a nepriamymi indikátormi, vonkajšími faktormi – faktormi stanovišťa ako aj agroekonomickými indikátormi (napr. aplikácia vápenatých hmôt do pôdy). Priamym indikátorom stavu acidifikácie pôdy je hodnota pôdnej reakcie ako faktor intenzity (analytické stanovenie pôdnej reakcie ako relatívne dynamického parametra priamo indikuje stav a vývoj procesu acidifikácie) ako aj pomer ekvivalentných množstiev výmenných kationov Al³⁺/Ca²⁺ (4) v sorpčnom komplexe pôdy, ktorý indikuje stupeň degradácie

Tabuľka 1: Priamy a nepriamy vplyv acidifikácie na plnenie ekosystémových služieb

Table 1: Direct and indirect effect of acidification on agroecosystem services

Degradačný proces (1)	Vplyv (2)	Ekosystémové služby (3)			Podporné procesy (4)
		zásobovacie (5)	regulačné (6)	kultúrne (7)	
Acidifikácia (8)	priamy (9)	x	x		
	nepriamy (10)				x

(1) degradation process, (2) effect, (3) ecosystem services, (4) support processes, (5) supply services, (6) regulatory services, (7) cultural services, (8) acidification, (9) direct, (10) indirect

pôdy. Trvalo udržateľné využívanie pôdy je podmienené pôdno-ekologickými podmienkami v kontexte s optimálne zvoleným obhospodarovaním pôdy, elimináciou prípadne minimalizáciou negatívnych zmien a negatívnych trendov vývoja pôdneho systému ako celku, čo vyžaduje permanentné monitorovanie pôdných charakteristík indikujúcich degradačné tendencie pôd (8, 16, 17, 18, 20).

Materiál a metódy

V pôdných vzorkách základnej siete ČMS-P odobraných v 5. (rok 2013) odberom cykle z monitorovacích lokalít jednotlivých skupín pôd kambizemí ($n = 76$) bola stanovená aktívna pôdna reakcia, výmenná pôdna reakcia (v KCl a roztokom neutrálnej soli CaCl_2) potenciometricky, obsah výmenných bázických kationov (11). Vo vzorkách s hodnotou pH v KCl nižšou ako 6,0 bol stanovený aktívny Al podľa Sokolova (11). Štatistické spracovanie a vyhodnotenie výsledkov bolo realizované v programe STATGRAPHICS 5.0.

Výsledky a diskusia

Hodnoty pôdnej reakcie v sledovaných skupinách pôd z hľadiska zachovania predpokladov štatistického hodnotenia vyhovovali podmienkam normality rozdelenia jednotlivých súborov, pôdnu reakciu sme preto charakterizovali popisovou štatistikou normálneho rozdelenia (priemer, minimálna a maximálna hodnota). Skupiny pôd kambizeme na karbonátových substrátoch-OP, boli pre nízku početnosť súboru hodnotené len parametrami minimálnej a maximálnej hodnoty. Profilový priebeh hodnôt aktívnej a výmennej pôdnej reakcie v 4. odberovom cykle uvádza tabuľka 2.

Z pohľadu stability pôdneho ekosystému možno kambizeme, predovšetkým kambizeme kyslé, zaradiť k labilným pôdnym systémom. V morfogeneticky príbuzných skupinách pôd s odlišným spôsobom využívania bola vyššia

priemerná hodnota pôdnej reakcie stanovená v skupine orných pôd, kde je možné predpokladať aj vplyv agrotechnických opatrení na úpravu pôdnej reakcie. V skupine pôd využívaných ako trvalý trávny porast sa na acidifikácii podieľajú aj kyslé koreňové výlučky trávneho porastu, hodnoty aktívnej pôdnej reakcie sa pohybujú v kyslej až slabo kyslej oblasti s výnimkou kambizemí na karbonátových substrátoch (tab. 2). Rozdiely priemernej hodnoty aktívnej pôdnej reakcie v morfogeneticky príbuzných skupinách pôd sa pohybujú od 0,61 jednotiek (kambizeme na vulkanitoch) po 0,97 jednotiek (kambizeme na flyši). Hodnoty pôdnej reakcie v silne kyslej oblasti až kyslej oblasti výrazne zhoršujú kvalitu týchto pôd, poukazujú na prítomnosť výmenného hliníka, nízku nasýtenosť sorpčného komplexu bázami a potenciálne vyšší obsah biopristupných kontaminantov, ktorých prístupnosť je v prevažnej miere riadená hodnotou pôdnej reakcie (19).

Sorpčná schopnosť pôdy ako aj zloženie výmenných kationov v pôde sú výsledkom priebehu pôdotvorného procesu v kontexte s klimatickými podmienkami a sú ovplyvňované využívaním pôdy ako aj agrotechnickými vstupmi do pôdy. Zloženie a kvalita sorpčného komplexu spolu s obsahom a kvalitou organickej hmoty v pôde patria k priamym indikátormi kvality pôdy (7, 20). Kvalitatívne a kvantitatívne zloženie výmenných kationov v sorpčnom komplexe pôdy je uvedené v tabuľke 3A a 3B. Pôdy s prevahou výmenného Ca^{2+} a Mg^{2+} majú optimálnu chemickú dynamiku a neutrálnu pôdnu reakciu, humusové látky sú nasýtené Ca^{2+} , v dôsledku čoho sa vytvára drobnohrudkovitá štruktúra. Pôdy s vysokým obsahom výmenného H^+ a Al^{3+} sú sorpčne nenasýtené s prevažne nenasýteným humusom, kyslou pôdnu reakciu a málo stabilnou štruktúrou (6).

Pre hodnotené skupiny pôd je typická jednostranná minerálna bohatosť a vysoký obsah Ca a Mg oproti K. Hodnoty pomeru $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$ sa v skupinách využívaných ako orné pôdy pohybujú od 2,26 : 1 po 27,89 : 1 (tab. 3B).

Tabuľka 2: Hodnoty pH v H_2O , KCl a CaCl_2 v kambizemiach (rok 2013)

Table 2: pH values in H_2O , KCl and CaCl_2 in Cambisols (2013 year)

Pôdy (1)	Druh pozemku (2)	Hĺbka odberu pôdnej vzorky (cm) (3)	pH v H_2O			pH v KCl			pH v CaCl_2		
			x_{\min} (4)	x_{\max} (5)	x (6)	x_{\min} (4)	x_{\max} (5)	x (6)	x_{\min} (4)	x_{\max} (5)	x (6)
Kambizeme na vulkanitoch (7)	TTP (11)	0–10	4,89	6,17	5,29	3,64	5,44	4,35	4,06	5,66	4,69
		35–45	5,02	6,53	5,70	3,78	5,50	4,33	4,37	6,19	4,99
	OP (12)	0–10	5,55	6,17	5,90	4,52	5,18	5,04	4,78	5,61	5,33
		35–45	6,32	6,58	6,47	5,13	5,44	5,31	5,80	6,30	6,07
Kambizeme na flyši (8)	TTP	0–10	4,16	6,28	5,13	3,44	5,84	4,37	3,77	6,00	4,74
		35–45	4,20	7,34	5,42	3,37	6,97	4,47	3,55	7,20	4,91
	OP	0–10	4,68	7,17	6,10	3,95	6,88	5,49	4,29	6,92	5,81
		35–45	5,50	7,40	6,44	4,34	7,06	5,55	5,00	7,10	6,04
Kambizeme na kyslých substrátoch (9)	TTP	0–10	4,08	5,74	4,91	2,98	4,95	3,95	3,64	5,43	4,34
		35–45	4,50	5,90	5,16	3,45	4,92	3,97	3,97	5,56	4,66
	OP	0–10	5,09	6,98	5,87	4,26	6,70	5,29	4,81	6,78	5,86
		35–45	5,03	7,82	5,96	4,04	7,55	5,06	4,73	7,70	5,72
Kambizeme na karbonát. substrátoch (10)	TTP	0–10	3,80	6,85	5,88	3,34	6,70	5,56	3,40	6,72	5,76
		35–45	4,06	7,44	6,39	3,90	7,28	6,08	3,98	7,47	6,30
	OP	0–10	5,94	6,98	-	4,76	6,90	-	5,66	6,94	-
		35–45	4,38	7,27	-	3,15	6,98	-	4,01	7,25	-

(1) soils, (2) land use, (3) depth of sampling soil in cm, (4) minimum, (5) maximum, (6) average, (7) Cambisols on volcanic rocks, (8) Cambisols on flysch, (9) Cambisols on crystalline rocks, (10) Cambisols on carbonateous rocks, (11) grassland, (12) arbale land

Tabuľka 3A: Hodnoty výmenných katiónov (Na⁺, K⁺, Ca²⁺) v kambizemiach v hĺbke 0 – 0,1 m (rok 2013)

Table 3A: Exchangeable cations (Na⁺, K⁺, Ca²⁺) in Cambisols at a depth of 0–0.1 m (year 2013)

Pôdy (1)	Druh pozemku (2)	Na (cmol (p ⁺).kg ⁻¹)			K (cmol (p ⁺).kg ⁻¹)			Ca (cmol (p ⁺).kg ⁻¹)		
		x _{min} (3)	x _{max} (4)	x (5)	x _{min} (3)	x _{max} (4)	x (5)	x _{min} (3)	x _{max} (4)	x (5)
Kambizeme na vulkanitoch (6)	OP (10)	0,020	0,0210	0,205	0,220	1,010	0,700	8,330	19,000	14,310
	TTP (11)	0,021	0,204	0,071	0,012	1,380	0,330	5,250	28,400	13,530
Kambizeme na flyši (7)	TTP	0,020	0,950	0,230	0,210	2,900	0,716	7,530	32,400	15,418
	OP	0,010	0,960	0,240	0,200	1,710	0,690	5,300	27,700	16,234
Kambizeme na kyslých substrátoch (8)	TTP	0,010	0,600	0,120	0,085	1,280	0,307	3,440	21,000	10,955
	OP	0,010	0,420	0,090	0,410	2,160	1,014	4,300	11,940	8,700
Kambizeme na karbonát. substrátoch (9)	TTP	0,030	0,570	0,160	0,300	1,300	0,785	10,900	35,400	20,911
	OP	0,020	0,070	–	0,420	1,050	–	6,320	6,500	–

(1) soils, (2) land use, (3) minimum, (4) maximum, (5) average, (6) Cambisols on volcanic rocks, (7) Cambisols on flysch, (8) Cambisols on crystalline rocks, (9) Cambisols on carbonateous rocks, (10) grassland, (11) arbale land

Tabuľka 3B: Hodnoty výmenných katiónov (Mg²⁺, Ca²⁺/Mg²⁺) v kambizemiach v hĺbke 0 – 0,1 m (rok 2013)

Table 3B: Exchangeable cations (Mg²⁺, Ca²⁺/Mg²⁺) in Cambisols at a depth of 0–0.1 m (year 2013)

Pôdy (1)	Druh pozemku (2)	Mg (cmol (p ⁺).kg ⁻¹)			Ca ²⁺ /Mg ²⁺		
		x _{min} (3)	x _{max} (4)	x (5)	x _{min} (3)	x _{max} (4)	x (5)
Kambizeme na vulkanitoch (6)	OP	1,770	2,610	2,240	4,706	8,341	6,300
	TTP	1,230	6,340	3,320	2,821	7,181	4,530
Kambizeme na flyši (7)	TTP	0,660	0,660	9,140	2,550	12,580	6,473
	OP	0,870	0,870	5,070	2,950	27,70	8,617
Kambizeme na kyslých substrátoch (8)	TTP	0,260	3,940	1,468	4,120	17,270	9,340
	OP	0,870	3,150	1,689	2,850	8,840	5,539
Kambizeme na karbonátových substrátoch (9)	TTP	0,550	3,320	1,673	10,660	27,890	20,155
	OP	2,800	4,090	–	2,260	4,120	–

(1) soils, (2) land use, (3) minimum, (4) maximum, (5) average, (6) Cambisols on volcanic rocks, (7) Cambisols on flysch, (8) Cambisols on crystalline rocks, (9) Cambisols on carbonateous rocks, (10) grassland, (11) arbale land

Okrem priestorových zmien v profile boli sledované aj časové zmeny pôdnej reakcie na lokalitách s uskutočneným odberom vo všetkých štyroch odberových rokoch. Priemerné hodnoty aktívnej pôdnej reakcie v skupinách kambizemí v jednotlivých cykloch monitoringu pôd, kde sa uskutočnil odber vo všetkých odberových rokoch, sú uvedené na obr. 1.

V piatom monitorovacom cykle (odberový rok 2013) bolo zaznamenané v hĺbke 0–0,1 m zníženie priemernej hodnoty aktívnej pôdnej reakcie (v porovnaní s rokom 1993) vo všetkých skupinách kambizemí. Pokles hodnoty aktívnej pôdnej reakcie (porovnanie rokov 2013 a 1993) bol najvýraznejší v skupine kambizeme na vulkanitoch (-0,80 jednotiek), kambizeme na kyslých substrátoch využívané ako trávny porast (-0,72 jednotiek), nasleduje skupina kambizeme na karbonátových substrátoch, využívané ako orné pôdy (-0,71 jednotiek) a skupina kambizeme na flyši, využívaná ako trávny porast (-0,63 jednotiek). Je to veľmi znepokojivý trend, keďže kambizeme sú naše najčastejšie poľnohospodársky využívané pôdy, avšak z pohľadu stability pôdneho ekosystému patria kambize-

me, predovšetkým kambizeme kyslé, k labilným pôdnym systémom.

Preukaznosť zmien medzi prvým a piatym cyklom v hodnotených skupinách štatisticky hodnotí Studentov *t*-test pre párované hodnoty (tab. 4). K štatisticky preukazným zmenám priameho indikátora acidifikácie v hodnotených skupinách pôd nedošlo.

Trend znižovania hodnôt pôdnej reakcie v skupinách pôd s hodnotou pôdnej reakcie v slabo kyslej a kyslej oblasti je nepriaznivý predovšetkým v súvislosti s vysokou mierou zápornej korelácie medzi hodnotami pôdnej reakcie a obsahom aktívneho hliníka ($r = -0,84$) (8, 12, 16, 17, 18, 23). Rozpustnosť rôznych foriem hliníka je primárne podmienená hodnotami práve pôdnej reakcie, pričom dominantnou toxickou formou hliníka je mobilný hliník, voľné katióny Al³⁺ a hydrolytické ióny hliníka Al(H₂O)₆³⁺. S rastúcou hodnotou pH sa strácajú H₂O skupiny a vzniká hydroxid hlinitý, ktorý je potenciálne nerozpustný.

Voľné katióny hliníka v pôde patria k významným faktorom obmedzujúcim rast kultúrnych plodín na pôdach so slabo kyslou až kyslou hodnotou pôdnej reakcie (9).

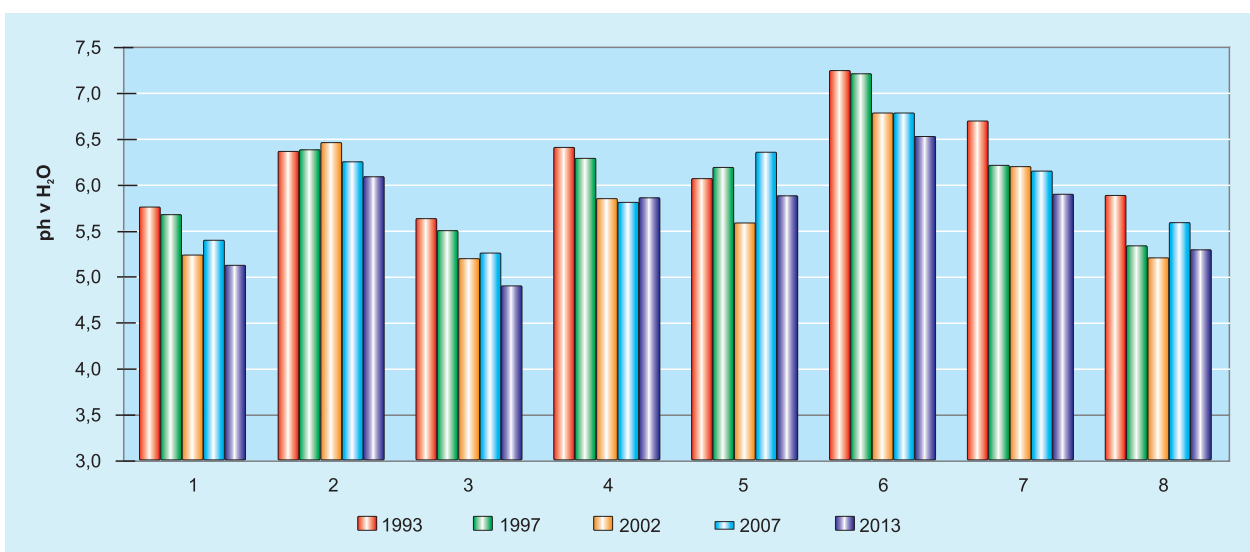
Tabuľka 4: Studentov test pre párované hodnoty pH v H₂O v hĺbke 0 – 0,1 m (porovnanie rokov 1993 a 2013)

Table 4: Student's test for pH-value (pairing) in H₂O at a depth of 0–0.1 m (comparison of years 1993 and 2013)

Pôdy (1)	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	5 (6)	6 (7)	7 (8)
<i>f</i> -hodnota (9)	0,002	0,064	0,001	0,001	0,077	0,017	0,296

(1) soils, (2) Cambisols on flysch-grassland, (3) Cambisols on flysch-arable land, (4) Cambisols on crystalline rocks-grassland, (5) Cambisols on crystalline rocks-arable land, (6) Cambisols on carbonateous rocks-grassland, (7) Cambisols on volcanic rocks–arable land, (8) Cambisols on volcanic rocks-grassland, (9) *f*-value

Obrázok 1: Hodnoty pH v H₂O v kambizemiach v rokoch 1993, 1997, 2002, 2007 a 2013 (hĺbka 0 – 0,1 m)
Figure 1: pH values in Cambisols in years 1993, 1997, 2002, 2007 and 2013 (depth 0–0.1 m)



(1) Cambisols on flysch-grassland, (2) Cambisols on flysch-arable land, (3) Cambisols on crystalline rocks-grassland, (4) Cambisols on crystalline rocks-arable land, (5) Cambisols on carbonateous rocks-grassland, (6) Cambisols on carbonateous rocks-arable land, (7) Cambisols on volcanic rocks-arable land, (8) Cambisols on volcanic rocks-grassland

K typickým príznakom hliníkovej toxicity patrí redukcia dĺžky koreňov spojená so znížením absorpcie živín a vody, odumieranie koreňového meristému, redukcia príjmu vápnika a horčíka vplyvom kompetitívnej inhibície, redukcia príjmu dusíka ako aj zníženie metabolizmu železa inhibíciou redukcie trojmocného železa na dvojmocné. Toxicita voľných kationov hliníka má negatívny vplyv na celkový zdravotný stav rastlín.

Vychádzajúc z parametrov rozpustnosti hliníka, aktívny Al bol nameraný len v skupinách pôd s hodnotami pH/KCl <6 (tab. 5 A, B).

Vysoké hodnoty aktívneho hliníka stanovené na orných pôdach môžu výrazne inhibovať vývin pestovaných kultúrnych plodín ako aj následne kontaminovať potravinový reťazec.

Vyšší obsah aktívneho hliníka v podorníči je príčinou depresie prerastania koreňov do hĺbky, zníženia hĺbky koreňového systému a tým aj následného zvýšenia vlhového deficitu pestovaných plodín. Pomer ekvivalentných množstiev výmenných kationov Al³⁺/Ca²⁺ indikuje stupeň degradácie pôdy. Kritická hladina pomeru Al³⁺/Ca²⁺ pre citlivé plodiny je 0,50 a pre menej citlivé plodiny 1,00 (4). Stupeň degradácie pôdy vyšší ako 0,50 bol stanovený aj v skupinách pôd, ktoré sú využívané ako orné pôdy.

Zmeny v obsahu aktívneho hliníka v kambizemiach (len na lokalitách, kde bol v predošlom cykle (rok 2017) stanovený obsah aktívneho hliníka vyšší ako 10 mg.kg⁻¹) sú na obr. 2.

Tabuľka 5A: Štatistická distribúcia aktívneho hliníka v hĺbke 0 – 0,1 m (rok odberu 5. cyklu)

Table 5A: The statistical distribution of active aluminum at a depth of 0–0.1 m (the year of the 5th cycle)

Pôdy (1)	Druh pozemku (2)	Al (mg.kg ⁻¹)			Al ³⁺ /Ca ²⁺		
		Min (3)	Max (4)	X (5)	Min (3)	Max (4)	X (5)
Kambizeme na kyslých substrátoch (6)	TTP (8)	2,70	18,20	38,46	0,25	69,73	12,31
	OP (9)	0,10	49,50	14,99	0,21	9,00	2,50
Kambizeme na flyši (7)	TTP	0,45	308,00	82,45	0,04	150,00	31,46
	OP	0,45	41,90	10,67	0,03	10,66	2,09

(1) soils, (2) land use, (3) minimum, (4) maximum, (5) average, (6) Cambisols on crystalline rocks, (7) Cambisols on flysch, (8) grassland, (9) arbale land

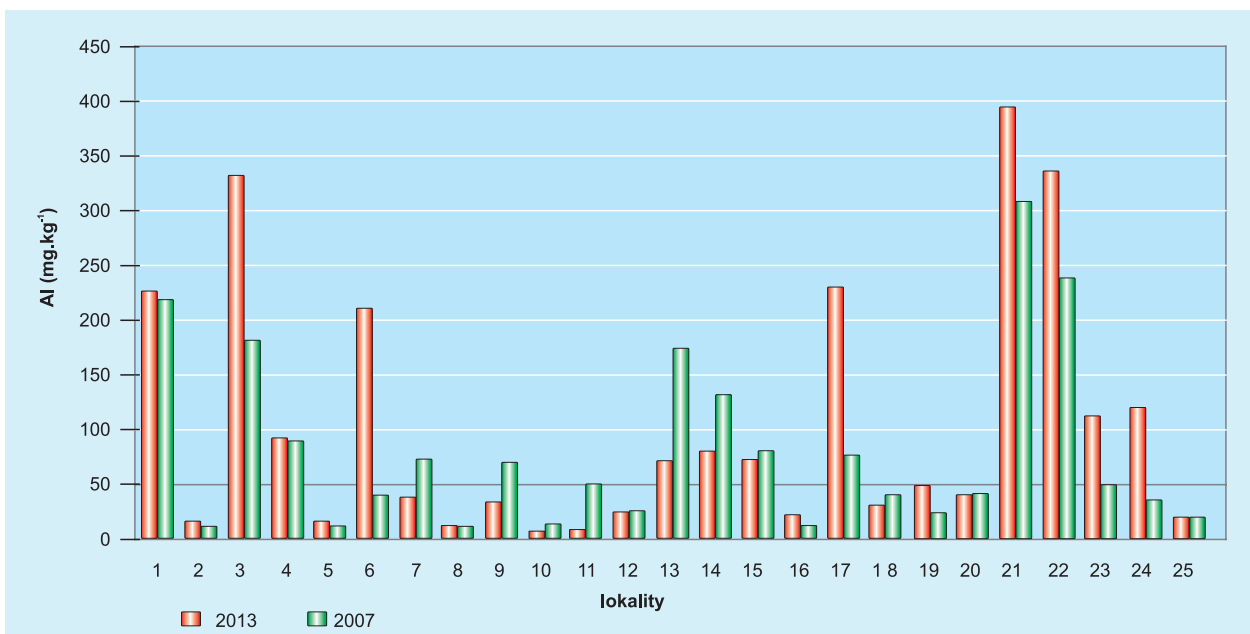
Tabuľka 5B: Štatistická distribúcia aktívneho hliníka v hĺbke 0,35 – 0,45 m (5. cyklus)

Table 5B: The statistical distribution of active aluminum at a depth of 0.35–0.45 m (the 5th cycle)

Pôdy (1)	Druh pozemku (2)	Al (mg.kg ⁻¹)		
		Min (3)	Max (4)	X (5)
Kambizeme na kyslých substrátoch (6)	TTP (8)	0,45	357,00	61,97
	OP (9)	0,10	131,00	50,94
Kambizeme na flyši (7)	TTP	0,89	337,00	107,45
	OP	0,10	9,45	3,52

(1) Soils, (2) Land use, (3) Minimum, (4) Maximum, (5) Average, (6) Cambisols on crystalline rocks, (7) Cambisols on flysch, (8) grassland, (9) Arbale land

Obrázok 2: Obsah aktívneho hliníka (porovnanie rokov 2013 a 2007)
Figure 2: Active aluminium content (comparison of years 2013 and 2007)



Cambisols on flysch-grassland-localities 1, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 21, 22, 23, 24
 Cambisols on flysch-arable land-localities 16, 20
 Cambisols on crystalline rocks-grassland-localities 3, 4, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 25
 Cambisols on crystalline rocks-arable land-localities 2, 11

Záver

V skupine pôd kambizeme na kyslých substrátoch a pestrých bridliciach využívané ako trvalé trávne porasty boli stanovené najnižšie priemerné hodnoty aktívnej aj výmennej pôdnej reakcie v rámci kambizemí. Rozdiely priemernej hodnoty aktívnej pôdnej reakcie v morfo geneticky príbuzných skupinách pôd s odlišným spôsobom využívania (orné pôdy, trávne porasty) sa pohybujú od 0,61 jednotiek (kambizeme na vulkanitoch) po 0,97 jednotiek (kambizeme na flyši). Vyššia hodnota priemernej pôdnej reakcie v celom profile bola stanovená v skupine orných pôd, kde je možné predpokladať aj vplyv agrotechnických opatrení na úpravu pôdnej reakcie. Pre hodnotené skupiny pôd je typická jednostranná minerálna bohatosť a vysoký obsah Ca a Mg oproti K. Priemerné hodnoty pomeru $Ca^{2+} : Mg^{2+}$ sa v skupinách využívaných ako orné pôdy pohybujú od 2,25 : 1 po 27,70 : 1 s priemernou hodnotou 6,99 : 1. V piatom monitorovacom cykle (odberový rok 2013) bolo zaznamenané v hĺbke 0–0,1 m zníženie priemernej hodnoty aktívnej pôdnej reakcie (v porovnaní s rokom 1993) vo všetkých skupinách kambizemí, ktoré patria k najviac zastúpeným pôdnym typom SR. Pokles hodnoty aktívnej pôdnej reakcie bol najvýraznejší v skupine kambizeme na vulkanitoch (-0,80 jednotiek), kambizeme na kyslých substrátoch využívané ako trávny porast (-0,72 jednotiek), nasleduje skupina kambizeme na karbonátových substrátoch, využívané ako orné pôdy (-0,71 jednotiek) a skupina kambizeme na flyši, využívaná ako trávny porast (-0,63 jednotiek).

Pre hodnotené skupiny pôd je typická jednostranná minerálna bohatosť a vysoký obsah Ca a Mg oproti K. Pre hodnotené skupiny pôd je typická jednostranná minerálna bohatosť a vysoký obsah Ca a Mg oproti K. Hodnoty

pomeru $Ca^{2+} : Mg^{2+}$ sa v skupinách pôd využívaných ako orné pôdy pohybujú od 2,26 : 1 po 27,89 : 1. Pomer katiónov $Ca^{2+} : Mg^{2+}$ v rozmedzí od 4 : 1 do 6 : 1, ktorý uvádza Čurlík (2) ako najpriaznivejší pre optimálny rast poľnohospodárskych plodín, sme stanovili len na 32 % zo sledovaných lokalít v skupinách orných pôd.

V odberovom cykle z roku 2013 bol zaznamenaný nárast obsahu aktívneho hliníka na 13 lokalitách z celkového počtu 25 sledovaných lokalít, kde bol v predošlom cykle stanovený obsah aktívneho hliníka vyšší ako 10 mg.kg⁻¹.

Literatúra

- (1) BEDRNA, Z. 2003. Resistibility of Landscape to acidification. In *Ekologia*, 2003, no. 13, pp. 77–86.
- (2) ČURLÍK A. I. 2003. Pôdna reakcia a jej úprava. Bratislava : Suma print, 2003, 250 s.
- (3) DOMINATI, E. – PATTERSON, M. – MACKAY, A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. In *Ecological Economics*, 2010, no. 69, pp. 1858–1868.
- (4) GRIŠINA, L. A. – BARANOVA, T. A. 1990. Vplyv kyslých zrážok na vlastnosti pôd lesného ekosystému južnej tajgy. In *Lesné pôdoznanectvo*, 1990, č. 10, pp. 121–136.
- (5) CHRENEKOVÁ, E. 1981. Pôdna reakcia a dynamika ťažkých kovov. In *Zborník referátov z II. celoštátnej konferencie Optimalizácia pôdnej reakcie, Štrbské pleso*, 1981, s. 193–199.
- (6) HANES, J. 1999. Analýza sorpčných vlastností pôd. Bratislava : VÚPOP, 1999, 138 s.
- (7) HANES, J. – POLÁČEK, Š. 2002. Koloidná chémia pôdy. Bratislava : VÚPOP, 2002, 108 s. ISBN 80-85361-96-5.
- (8) HIRADATE, S. 2004. Speciation of Aluminium in Soil Environments. In *Soil. Sci. Plant Nutr.*, vol. 50, 2004, no. 3, pp. 303–314.
- (9) HORÁK, V. – DOLEJŠKOVÁ, J. – HEJTMÁNKOVÁ, A. 1995. Toxicita hliníku v rastlinách. In *Rostlinná výroba*, roč. 41, 1995, č. 5, s. 239–245.

- (10) KANIANSKA, R. 2000. Acidifikácia pôd vplyvom kyslých atmosférických polutantov. Bratislava, 2000, 96 s.
- (11) KOLEKTÍV. 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. Bratislava : VÚPOP, 2011, 124 s. ISBN 978-80-89128-89-1.
- (12) KOZÁK, J. – BORŮVKA, L. 1998. Species of Al ions as related to some characteristics of both agricultural and forest soils of the Šumava region. In Rostlinná výroba, 1998, č. 44, s. 419–426.
- (13) LEONARDI, S. 1991. Indirect effect of acid rain mediated by mineral leaching. An evaluation of potential roles of leaching from the canopy. In Longhurst, W. S. (Ed) Acid Deposition, Berlin : Springer Verlag, 1991, pp. 123–140.
- (14) MAKOVNÍKOVÁ, J. 2002. Stav a vývojové trendy aktívneho hliníka v pôdach SR. In Poľnohospodárstvo, 2002, č. 12, s. 619–624.
- (15) MAKOVNÍKOVÁ, J. 2003. Indikátory zraniteľnosti ekologických funkcií kambizemí vzhľadom na hliník a mangán. In Agrochémia, roč. (VII), 43, 2003, č. 4, s. 4–7.
- (16) MAKOVNÍKOVÁ, J. 2005. Vplyv pôdnych parametrov na distribúciu hliníka v pôdach SR. In Agriculture, roč. 51, 2005, č. 8, s. 436–441.
- (17) MAKOVNÍKOVÁ, J. – KANIANSKA, R. 1996. Aktívny hliník a jeho súčasný stav v pôdach SR. In Rostlinná výroba, roč. 42, 1996, č. 7, s. 289–292.
- (18) MAKOVNÍKOVÁ, J. – KANIANSKA, R. 1996. Zmeny pôdnej reakcie a obsahu aktívneho hliníka vyvolané simuláciou kyslých zrážok. In Rostlinná výroba, roč. 42, 1996, č. 4, s. 155–159.
- (19) MAKOVNÍKOVÁ, J. 2007. Využitie indikátorov pri identifikácii rizikových oblastí acidifikácie pôdy. Bratislava : VÚPOP, 2007, 30 s. ISBN 978-80-89128-37-2.
- (20) MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – PÁLKA, B. 2007. Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil. In Plant, Soil and Environment, vol. 53, 2007, no. 8, pp. 365–373.
- (21) MAKOVNÍKOVÁ, J. – PÁLKA, B. – ŠIRÁŇ, M. – KANIANSKA, R. – KIZEKOVÁ, M. – JAĎUĎOVÁ, J. 2017. Modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb. Belianum. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 2017, 150 s. ISBN 978-80-557-1242-0.
- (22) MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Our Human Planet: Summary for Decision Makers. In The Millennium Ecosystem Assessment Series, Washington DC : Island Press, 2005.
- (23) MERIÑO-GERGICHEVICH, J. 2010. Al³⁺ – Ca²⁺ interaction in plants growing in acid soils: AL-phytotoxicity response to calcareous amendment. In Soil. Sci. Plant Nutr., vol. 10, 2010, no. 3, pp. 217–243.
- (24) ORWIN, K. H. – WARDLE, D. A. 2004. A new index for quantifying the resistance and resilience of soil biota to exogenous disturbance. In Soil Biology and Biochemistry, 2004, no. 36, pp. 1907–1912.
- (25) ULRICH, B. 1991. An Ecosystem Approach to Soil Acidification. In Ulrich, B. – Sumner, M.E. (eds.) Soil Acidity. Berlin : Springer Verlag, 1991, pp. 28–79.
- (26) Zákon o pôde č. 220. 2004. Zbierka zákonov, 220/2004, 2290-2292.

RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.

NPPC – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy
Bratislava, RP – Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 04
Banská Bystrica

Pozberové zvyšky a ich vplyv na zmeny kvality pôdy

Post-harvest residues and their effect on soil quality changes

Vladimír Šimanský, Nora Polláková

In agroecosystems, crop residues are considered for the primary source of organic matter subject to different transformation processes in the soil. Such studies are also important for the farmers because on the base of facts they are able to regulate and influence the transformation processes of incorporated crop residues to the soils in production conditions. During 2014–2015, the effect of post-harvest residues and their combination with N fertilization on changes in soil organic matter and soil structure was evaluated. There were evaluated following treatments: 1. K as control, 2. PZ (crop residues), 3. PZ + N (crop residues + nitrogen). In PZ, content of labile carbon and hot-water soluble carbon increased by 21 and 18%, respectively compared to K. In PZ + N treatment, carbon sequestration capacity, soil organic carbon content (C_{org}) a content of nitrogen increased by 38%, 53% and 8% respectively compared to K treatment. The content of water-stable micro-aggregates (WSA_{mi}) was lower by 17% and 25%, respectively than K. In PZ and PZ + N, the

structure coefficient of water-stable aggregates increased by 30% and 35%, respectively compared to control. In PZ and PZ + N, the highest C_{org} and C_L in water-stable macro-aggregates (WSA_{ma}) were determined in size classes 2 mm–1 mm and >5 mm, respectively. Content of C_{org} in size classes of WSA_{ma} >5 mm (+91%), WSA_{ma} 3 mm–2 mm (+64%), WSA_{ma} 2 mm–1 mm (+177), WSA_{ma} 1 mm–0.5 mm (+36%) and WSA_{ma} 0.5 mm–0.25 mm (+82%) contributed positively to C_{org} concentration changes in soil under PZ treatment. Application of crop residues with N fertilization had similar effects because the C_{org} in size classes of WSA_{ma} >5 mm (+27%), WSA_{ma} 1 mm–0.5 mm (+13%), WSA_{ma} 0.5 mm–0.25 mm (+70%) a WSA_{mi} (+45%) contributed positively to C_{org} concentration in PZ + N treatment.

carbon sequestration, crop residues, nitrogen fertilization, soil organic matter, soil structure

Organický podiel je neoddeliteľnou súčasťou pôd, ktorý aj napriek nepatrnému zastúpeniu v porovnaní s minerálnou zložkou má rozhodujúci vplyv na vývoj pôd, na existenciu pôdnych organizmov, a preto aj na pôdnu úrodnosť. Organická hmota pôdy a humus plnia niekoľko zásadných funkcií ako: vznik a tvorba pôdy, fyzikálnu, výživovaciú, chemickú, biologickú a environmentálnu (12, 16). Ako uviedol Greenland et al. (5) optimálne fyzikálne vlastnosti a s tým súvisiace vhodné podmienky pre rast a vývoj rastlín sa vytvárajú v pôdnom prostredí, pri obsahu organickej hmoty viac ako 2 % a ktorá je dobre humifikovaná. Aj Hraško a Bedrna (6) pri definovaní parametrov najúrodnejšej pôdy poznamenali, že úrodná pôda nesmie mať nižší obsah humusu ako 2 % do hĺbky 0,3 m. Z hľadiska

množstva, sú v agroekosystémoch najväčším primárnym zdrojom organickej hmoty pozberové a koreňové zvyšky pestovaných plodín (27). Stupeň vplyvu rastlinných zvyškov na formovanie pôdnej úrodnosti závisí nielen od ich množstva, ale aj od ich chemického zloženia. Zapracovávanie pozberových zvyškov do pôdy vedie k zvyšovaniu obsahu uhlíka, dusíka, ale môžu sa meniť aj ostatné pôdne vlastnosti (10). Pravidelný prísun organických látok do pôdy má za následok zlepšovanie kvality pôd (24). Naopak, nedostatok organických hnojív a odstránenie rastlinných zvyškov zákonite vedie k poklesu obsahov organického uhlíka v pôdach a zhoršeniu fyzikálnych, chemických a biologických vlastností pôd (17). Pri regulácii procesov transformácie organických vstupov do pôd sa môžu využívať aj rôzne pomocné látky, substráty, aditíva a minerálne hnojivá, ktoré môžu pozitívne podporovať humifikačné procesy v pôdach (28).

Na základe vyššie uvedeného je zrejme, že aj efekt pozberových zvyškov, resp. ich kombinácia s minerálnymi hnojivami v pôde bude odlišný a tak sme predpokladali, že ak aplikujeme do pôdy pozberové zvyšky rastlín bez úpravy a s upraveným pomerom C : N, tak ich pôsobenie na obsah pôdnej organickej hmoty a jej dynamiku bude odlišné, čo sa prejaví aj na štruktúrnom stave pôdy, keďže pôdna organická hmota je považovaná za jeden z najvýznamnejších faktorov spájaný s pôdnou štruktúrou (1, 11, 16, 21). Pridaný minerálny dusík k variantom s pozberovými zvyškami bude stimulovať rozklad pozberových zvyškov, čo sa odrazí v pozitívnejších zmenách v sledovaných parametroch (2). Z tohto dôvodu, cieľom tejto práce bolo získať poznatky o vzájomnom vzťahu: rastlinné zvyšky – N hnojenie – pôda, pričom dôraz bol kladený najmä na vplyv pozberových zvyškov a pozberových zvyškov v kombinácii s N hnojením na zmeny pôdnej organickej hmoty a pôdnej štruktúry ako jedných z najvýznamnejších indikátorov kvality pôdy.

Materiál a metodika

Práca bola riešená na lokalite Nitra-Dražovce (48° 21' 6.16" N; 18° 3' 37.33"E). Územie patrí do agroklimatickej oblasti veľmi teplej s priemernou ročnou teplotou vzduchu ≥ 10 °C a priemerným ročným úhrnom zrážok 550 mm. Pôda je stredne ťažká s obsahom piesku 45,3 %, prachu 38,9 % a ílu 15,8 % (podľa STN hlinitá) a má vyhovujúci obsah P, dobrý obsah K, plne nasýtený sorpčný komplex bázickými kationmi a slabo alkalické pH.

Pokus bol založený v roku 2013 pred výsadbou ostružiny černicovej (*Rubus fruticosus*, L.). Založené boli varianty:

1. Kontrola (K) – intenzívna kultivácia (na jeseň do hĺbky 0,25 m, počas vegetácie kyprenie kvôli odburiňovaniu).
2. Pozberové zvyšky (PZ) – zapracovanie pozberových zvyškov (kultivácia na jeseň do hĺbky 0,25 m spolu s každoročným zapracovaním 25 t.ha⁻¹ pozberových zvyškov kukurice a počas vegetácie kyprenie kvôli odburiňovaniu).
3. Pozberové zvyšky + dusík (PZ + N) – zapracovanie pozberových zvyškov s pridaným dusíkom (kultivácia na jeseň do hĺbky 0,25 m spolu s každoročným zapracovaním 25 t.ha⁻¹ pozberových zvyškov kukurice v kombinácii s dusíkom vo forme LAV v dávke dusíka 50 kg.ha⁻¹ a počas vegetácie kyprenie kvôli odburiňovaniu).

Pôdne vzorky sa odoberali na jeseň počas rokov 2014 a 2015 zo všetkých uvedených variantov pokusu do hĺbky

0,25 m. Vzorky pôdy na zistenie parametrov pôdnej štruktúry sa odobrali rýľom a to tak, aby sa čo najmenej poškodili prirodzene vytvorené agregáty. Následne boli vysušené pri laboratórnej teplote. Vysušená zemina sa preosiala cez sadu síť, ktoré ich rozdelili do siedmich veľkostných tried, ktoré sa následne použili na stanovenie zastúpenia vodeodolných agregátov (WSA) Bakšajovou metódou. Zo získaného veľkostného zastúpenia WSA sa vypočítal koeficient štruktúrnosti vodeodolných agregátov (K_{wsa}) podľa rovnice 1:

$$K_{wsa} = \frac{A}{B} \quad (1)$$

kde:

- K_{wsa} – koeficient štruktúrnosti vodeodolných agregátov
 A – hmotnosť vodeodolných agregátov veľkostných tried od 0,25 do 5 mm
 B – hmotnosť súčtu vodeodolných agregátov veľkostných tried <0,25 mm a >5 mm

Vo vysušených a cez sito s otvormi <0,25 mm preosiatymi vzorkami pôdy boli stanovené parametre pôdnej organickej hmoty, a to obsah celkového organického uhlíka (C_{org}) (4), obsah labilného uhlíka (C_L) (9), obsah uhlíka rozpustného v horúcej vode (C_{HWD}) (8), obsah celkového dusíka (13). Obsah C_{org} a C_L bol stanovený aj v jednotlivých veľkostných triedach WSA. Na základe celkového obsahu organického a labilného uhlíka v pôde a ich obsahov v jednotlivých veľkostných triedach WSA boli vypočítané ich dynamiky podľa rovníc 2 a 3:

$$\text{zmeny } C_{org} \text{ v pôde (\%)} = \frac{C_{org} F_{2015} - C_{org} F_{2014}}{C_{org} 2015 - C_{org} 2014} \times 100 \quad (2)$$

kde:

- $C_{org} F_{2015}$ – obsah celkového organického uhlíka v konkrétnej frakcii WSA v roku 2015
 $C_{org} F_{2014}$ – obsah celkového organického uhlíka v konkrétnej frakcii WSA v roku 2014
 $C_{org} 2015$ – obsah celkového organického uhlíka v pôde v roku 2015
 $C_{org} 2014$ – obsah celkového organického uhlíka v pôde v roku 2014

$$\text{zmeny } C_L \text{ v pôde (\%)} = \frac{C_L F_{2015} - C_L F_{2014}}{C_L 2015 - C_L 2014} \times 100 \quad (3)$$

- $C_L F_{2015}$ – obsah labilného uhlíka v konkrétnej frakcii WSA v roku 2015
 $C_L F_{2014}$ – obsah labilného uhlíka v konkrétnej frakcii WSA v roku 2014
 $C_L 2015$ – obsah labilného uhlíka v pôde v roku 2015
 $C_L 2014$ – obsah labilného uhlíka v pôde v roku 2014

Celkové hodnoty kapacity sekvestrácie uhlíka (KSC) či už v pôde, resp. v jednotlivých veľkostných triedach WSA boli vypočítané na základe rovnice 4:

$$KSC = \frac{C_{org} - C_L}{C_L} \quad (4)$$

kde:

- C_{org} – obsah celkového organického uhlíka v pôde resp. v konkrétnej frakcii WSA
 C_L – obsah labilného uhlíka v pôde resp. v konkrétnej frakcii WSA

Výsledky a diskusia

Pôdna organická hmota

Parametre pôdnej organickej hmoty v závislosti od aplikácie pozberových zvyškov, resp. ich kombinácia s N hnojením boli odlišné v jednotlivých rokoch (tabuľka 1). Transformačné procesy rozkladu zapravených organických zvyškov do pôdy závisia od množstva faktorov ako sú: podmienky prostredia vrátane pH, vlhkosti, prevzdušnenia, teploty, mikrobiálnej aktivity pôdy a kvality rozkladajúcich sa zvyškov, t. j. ich fyzikálny stav, chemické vlastnosti, pomer C : N, zastúpenie ľahko a ťažko rozložiteľných látok (27). Priemerné hodnoty sledovaných parametrov poukázali na fakt, že v PZ variante sa celkový obsah labilného uhlíka v pôde a obsah horúcou vodou extrahovaného uhlíka zvýšil o 21 % a o 18 % a taktiež sa rozšíril pomer C : N z 12,9 na 18,5. Vo variante PZ + N sa výraznejšie ako v prípade variantu PZ v porovnaní s kontrolou, zvýšila celková kapacita sekvestrácie pôdy o 38 %, obsah celkového organického uhlíka v pôde o 53 % a obsah celkového dusíka o 8 % (tabuľka 1). Aplikácia pozberových zvyškov vedie k nárastu celkového organického uhlíka (24), ale i celkového dusíka (10) v pôdach. Taktiež k regulácii transformačných procesov po zapracovaní pozberových zvyškov prispievajú aj kombinácie s minerálnymi hnojivami (28), čo sa v konečnom dôsledku prejavuje na kvalite pôdy ako to vyplýva i z našich zistení (tabuľka 1).

Pôdna štruktúra

Agregácia je významne ovplyvnená aj spôsobom využívania a hospodárenia na pôde (1, 16, 20, 21, 26), čo potvrdzujú aj naše výsledky (tabuľka 2, obrázok 1). Zastúpenie jednotlivých veľkostných tried vodeodolných agregátov (WSA) je podmienené ročníkom, keďže z externých faktorov, klíma a v rámci nej, najmä cykly zvlhčovania a vysušania, resp. zamrzania a rozmrzania pôdy zohrávajú dôležitú úlohu v tvorbe a stabilizácii pôdnych agregátov (26). Z priemerných hodnôt jednotlivých veľkostných tried WSA (tabuľka 2) je evidentné, že obsah vodeodolných mikroagregátov (WSA_{mi}) bol o 17 % a 25 % nižší vo variantoch s pozberovými zvyškami (PZ) a pozberovými zvyškami a pridaným dusíkom (PZ + N) v porovnaní s kontrolou (K). Taktiež aj priemerné hodnoty obsahov agronomicky cenných vodeodolných makroagregátov (3 mm – 0,5 mm) boli najvyššie vo variante PZ (43,6 %) a na druhej strane najnižšie v kontrole (37,7 %). Hodnoty koeficientu štruktúrnosti vodeodolných agregátov (K_{wsa}) boli najnižšie práve v kontrolnom variante (obrázok 1), ktorý bol intenzívne obrábaný bez aplikácie či už organickej hmoty, priemyselných hnojív, resp. ich kombinácií. Vo variantoch PZ, ale i PZ + N sa priemerné hodnoty K_{wsa} významne zvýšili o 30 % a 35 % v porovnaní s K variantom. Tieto výsledky potvrdzujú skutočnosť, že intenzívne obrábanie pôdy prostredníctvom mechanického účinku, resp. vďaka zintenzívneniu procesu mineralizácie pôdnej organickej hmoty má vplyv na zhoršovanie štruktúrneho stavu pôd (15). Na druhej strane, zapracovaním organickej hmoty

Tabuľka 1: Parametre pôdnej organickej hmoty

Table 1: Soil organic matter parameters

Rok (6)	KSC (1)		C_{org} (2)		C_L (3)		C_{HWD} (4)		N_t (5)		C : N	
	g.kg ⁻¹											
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
K (7)	5,96	6,71	10,3	12,8	1,49	1,91	0,30	0,37	0,69	1,18	14,9	10,9
PZ (8)	7,63	6,30	18,7	14,3	2,17	1,96	0,36	0,43	0,77	1,13	24,4	12,6
PZ + N (9)	7,37	10,1	14,9	20,5	2,02	1,86	0,35	0,36	0,91	1,09	16,3	18,8
	priemer (10)	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %
K	6,34	100	11,6	100	1,70	100	0,33	100	0,93	100	12,9	100
PZ	6,97	110	16,5	144	2,06	121	0,39	118	0,95	102	18,5	143
PZ + N	8,74	138	17,7	153	1,94	114	0,35	106	1,00	108	17,6	136

KSC – kapacita sekvestrácie uhlíka, C_{org} – obsah organického uhlíka, C_L – obsah labilného uhlíka, C_{HWD} – obsah uhlíka rozpustného v horúcej vode, N_t – obsah dusíka

(1) carbon sequestration capacity, (2) content of organic carbon, (3) content of labile carbon, (4) content of hot-water soluble carbon, (5) content of nitrogen, (6) year, (7) control treatment, (8) crop residues, (9) crop residues + nitrogen, (10) average

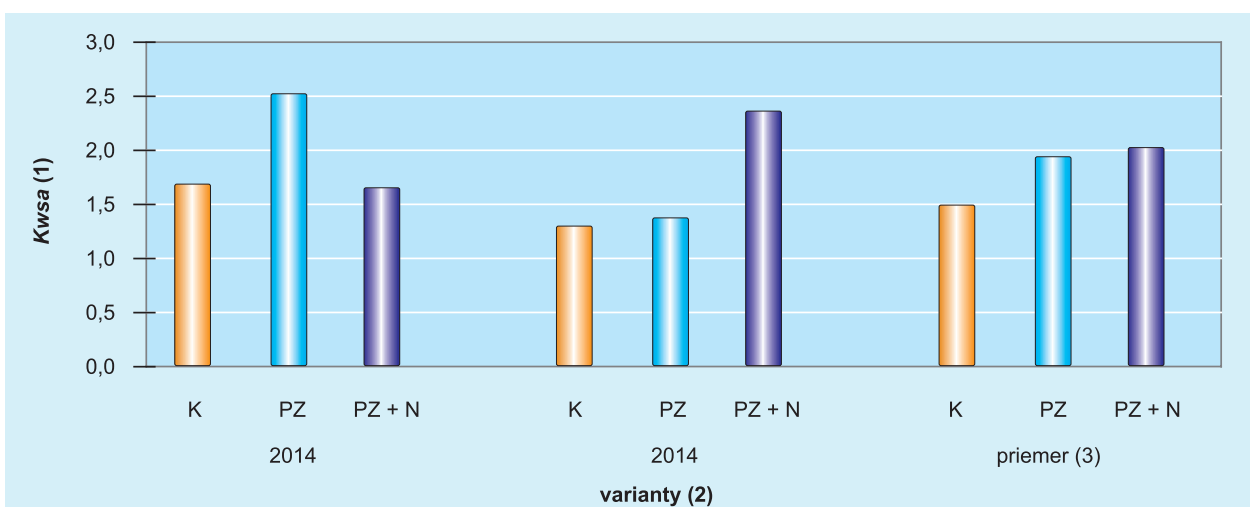
Tabuľka 2: Obsah jednotlivých veľkostných tried vodeodolných agregátov

Table 2: Content of size classes of water-stable aggregates

Rok (2)	Veľkostné triedy vodeodolných agregátov (veľkosť v mm) (1)													
	>5		5 – 3		3 – 2		2 – 1		1 – 0,5		0,5 – 0,25		<0,25	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
K (3)	1,70	5,15	6,30	7,82	8,90	9,12	15,2	12,8	16,7	12,8	15,6	14,5	35,6	37,9
PZ (4)	6,30	3,00	9,17	6,62	17,8	8,65	19,3	15,3	14,1	12,1	11,3	15,4	22,1	38,9
PZ + N (5)	5,57	6,43	8,60	10,7	11,2	14,4	13,2	16,4	12,8	15,4	16,5	13,5	32,2	23,2
	priemer (6)	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %
K	4,28	100	7,06	100	9,01	100	14,0	100	14,7	100	15,0	100	36,8	100
PZ	4,65	109	7,90	112	13,2	147	17,3	124	13,1	89	13,4	89	30,5	83
PZ + N	6,00	140	9,65	136	12,8	142	14,8	106	14,1	96	15,0	100	27,7	75

(1) size classes of water-stable aggregates, (2) year, (3) control treatment, (4) crop residues, (5) crop residues + nitrogen, (6) average

Obrázok 1: Hodnoty koeficientu štruktúrnosti vodeodolných agregátov
Figure 1: Values of structure coefficient of water-stable aggregates



(1) structure coefficient of water-stable aggregates, (2) treatments, (3) average

do pôdy vrátane pozberových zvyškov sa štruktúrny stav výrazne zlepšuje (3) a tento proces ako na to poukazujú naše výsledky (obrázok 1) môžu manažovať (urýchľovať/ spomaľovať) priemyselné hnojivá (26, 28).

Obsahy celkového organického a labilného uhlíka v jednotlivých veľkostných triedach vodeodolných agregátov

Jedným z najvýznamnejších interných faktorov pri vytváraní, ale i stabilizácii pôdnych agregátov je pôdna organická

hmota (1, 11, 16). Zvyšovanie pôdneho organického uhlíka je spájané so zlepšovaním agregácie pôdy a preto je opodstatnené venovať obsahu uhlíka a jeho foriem náležitú pozornosť. Dynamika a prerozdelenie uhlíka a jeho foriem sa však mení v závislosti aj od vonkajších faktorov, čo dokazujú aj naše výsledky (tabuľka 3). Hodnoty celkového organického uhlíka (C_{org}) a labilného uhlíka (C_L) v jednotlivých veľkostných triedach WSA boli rozdielne v oboch sledovaných rokoch (2014 – 2015) a menili sa aj v závislosti od aplikácie pozberových zvyškov, resp. ich

Tabuľka 3: Obsahy celkového organického a labilného uhlíka v jednotlivých veľkostných triedach vodeodolných agregátov
Table 3: Contents of organic and labile carbon in individual size classes of water-stable aggregates

	Veľkostné triedy vodeodolných agregátov (veľkosť v mm) (1)													
	>5		5 – 3		3 – 2		2 – 1		1 – 0,5		0,5 – 0,25		<0,25	
	obsah celkového organického uhlíka (g.kg ⁻¹) (2)													
Rok (3)	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
K (4)	19,6	23,8	19,6	17,7	16,7	15,7	18,2	15,9	17,1	16,1	13,9	13,8	12,1	11,5
PZ (5)	15,8	17,8	16,9	16,3	15,9	17,3	15,4	19,3	14,5	15,3	13,4	15,2	13,3	11,9
PZ + N (6)	14,5	16,0	16,5	15,0	17,6	15,4	18,7	16,8	14,7	15,4	12,0	15,9	11,2	13,7
	priemer (7)	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %
K	21,7	100	18,7	100	16,2	100	17,1	100	16,6	100	13,9	100	11,8	100
PZ	16,8	77	16,6	89	16,6	103	17,4	102	14,9	88	14,3	103	12,6	107
PZ + N	15,3	71	15,8	85	16,5	102	17,8	104	15,1	91	14,0	101	12,5	106
	obsah labilného uhlíka (g.kg ⁻¹) (8)													
Rok	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
K	3,60	2,92	2,71	2,63	1,92	3,18	2,84	2,57	1,66	1,50	1,90	1,58	1,56	1,67
PZ	1,93	3,12	2,03	2,98	1,52	2,38	1,52	2,31	1,61	1,96	1,74	1,52	1,59	1,41
PZ + N	3,26	3,31	1,77	1,57	1,66	1,99	2,00	1,59	1,36	1,92	1,58	1,98	1,32	1,85
	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %
K	3,26	100	2,67	100	2,55	100	2,70	100	1,58	100	1,74	100	1,61	100
PZ	2,52	77	2,50	94	1,95	76	1,92	71	1,78	113	1,63	94	1,50	93
PZ + N	3,28	101	1,67	63	1,83	72	1,80	67	1,64	104	1,78	102	1,58	98

(1) size classes of water-stable aggregates, (2) content of organic carbon, (3) year, (4) control treatment, (5) crop residues, (6) crop residues + nitrogen, (7) average, (8) content of labile carbon

Tabuľka 4: Kapacita sekvestrácie uhlíka v jednotlivých veľkostných triedach vodeodolných agregátov (priemer 2014–2015)
Table 4: Carbon sequestration capacity in individual size classes of water-stable aggregates (average 2014–2015)

	Veľkostné triedy vodeodolných agregátov (veľkosť v mm) (1)													
	>5		5 – 3		3 – 2		2 – 1		1 – 0,5		0,5 – 0,25		<0,25	
	kapacita sekvestrácie uhlíka (2)													
	priemer (3)	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %	priemer	rel. %
K (4)	5,65	100	6,01	100	5,36	100	5,32	100	9,50	100	6,98	100	6,32	100
PZ (5)	5,66	100	5,63	94	7,50	140	8,08	152	7,36	78	7,77	111	7,42	117
PZ + N (6)	3,66	65	8,49	141	8,03	150	8,92	168	8,20	86	6,87	98	6,89	109

(1) size classes of water-stable aggregates, (2) Carbon sequestration capacity, (3) average, (4) control treatment, (5) crop residues, (6) crop residues + nitrogen

kombinácii s pridaným N hnojením. Z priemerných hodnôt vyplynulo, že vo všetkých variantoch najnižšie hodnoty C_{org} a C_L boli stanovené vo vodeodolných mikroagregátoch (WSA_{mi}) v porovnaní s vodeodolnými makroagregátmi (WSA_{ma}). Vyššia koncentrácia uhlíka je spravidla pozorovaná vo väčších makroagregátoch ako mikroagregátoch a to jednak ako dôsledok rozkladajúcich sa koreňov rastlín, ich exsudátov či mikroskopických húb vo vnútri makroagregátov, ako efekt tzv. partikulárnej organickej hmoty (20, 25), ale aj efekt zapracovaných čerstvých pozberových zvyškov (24). V K variante, najvyšší obsah C_{org} bol stanovený v najväčšej veľkostnej triede WSA_{ma} (>5 mm) a následne sa jeho obsah lineárne znižoval (obsah C_{org} = -0,14. veľkostná trieda WSA + 2,21; R^2 = 0,8837) v dôsledku znižovania sa veľkostných tried WSA . V PZ a PZ + N variantoch bol najvyšší obsah C_{org} stanovený vo WSA_{ma} veľkosti 2 mm – 1 mm, ale aj napriek tomu v PZ variante trend znižovania obsahu C_{org} od najväčšej veľkostnej triedy po najmenšiu bol lineárny (obsah C_{org} = -0,07. veľkostná trieda WSA + 1,83; R^2 = 0,7143). V PZ + N variante boli hodnoty C_{org} v jednotlivých veľkostných triedach WSA rozdielne a preto ich pokles, resp. zvyšovanie vo WSA nebolo možné vyjadriť lineárnym trendom. Celkovo najnižšie obsahy C_L boli stanovené vo WSA_{mi} , kým najvyššie vo WSA_{ma} >5 mm v PZ a PZ + N variantoch (tabuľka 3). Zapracované pozberové zvyšky obsahujú tzv. „ľahšiu“ frakciu organickej hmoty, ktorá je často krát súčasťou agregátov, pričom sa podieľa na ich tvorbe a dočasne aj ich stabilizácii (7).

Kapacita sekvestrácie uhlíka

V posledných desaťročiach sa pozornosť a nie len vedeckej komunity sústreďuje na sekvestráciu organickeho uhlíka ako nový pojem v rámci štúdia kolobehu uhlíka (18, 23). Zadržiavanie uhlíka v pôde je ovplyvnené spôsobom hospodárenia na pôde ako to dokumentujú práce mnohých autorov (14, 18). Novší pohľad na túto problematiku je prezentovaný v prácach Šimanský a Bajčan (21), resp. Šimanský a Kováčik (23), kde sa pozornosť sústreďuje na zadržiavanie uhlíka v jednotlivých veľkostných triedach WSA v dôsledku rozdielneho hospodárenia na rôznych pôdach v rámci SR. Najvyššiu kapacitu sekvestrácie uhlíka (KSC) v pôdach za obdobie rokov 2014 – 2015 (tabuľka 1) vykazovali varianty, kde sa aplikovali pozberové zvyšky spolu s N hnojením, t. j. PZ + N (8,74) > PZ (6,97) > K (6,34). Tento trend bol identický, keď sme vypočítali priemerné KSC vo WSA , t. j. PZ + N (7,29) > PZ (7,06) > K (6,45). Hodnoty KSC však boli rozdielne aj v závislosti od veľkostnej triedy WSA (tabuľka 4). V K variante, najnižšie hodnoty KSC boli vo WSA_{mi} , kým najvyššie vo WSA_{ma} 1 mm – 0,5 mm. V PZ a PZ + N variantoch, najvyššie hodnoty KSC boli vo WSA_{ma} 2 mm – 1 mm. Na hodnoty

KSC nemá vplyv iba samotný pôdny typ/druh, či klíma, spôsob hospodárenia, resp. pôdny manažment (18), ale aj zapracovávanie pozberových zvyškov a ich kombinácia s priemyselnými hnojivami (23). Naše zistenia poukazujú na to, že významný zdroj zadržiavania uhlíka v stredne ťažkej pôde po aplikácii pozberových zvyškov, resp. ich kombinácia s dusíkom sú veľkostné triedy 2 mm – 1 mm WSA_{ma} (tabuľka 4).

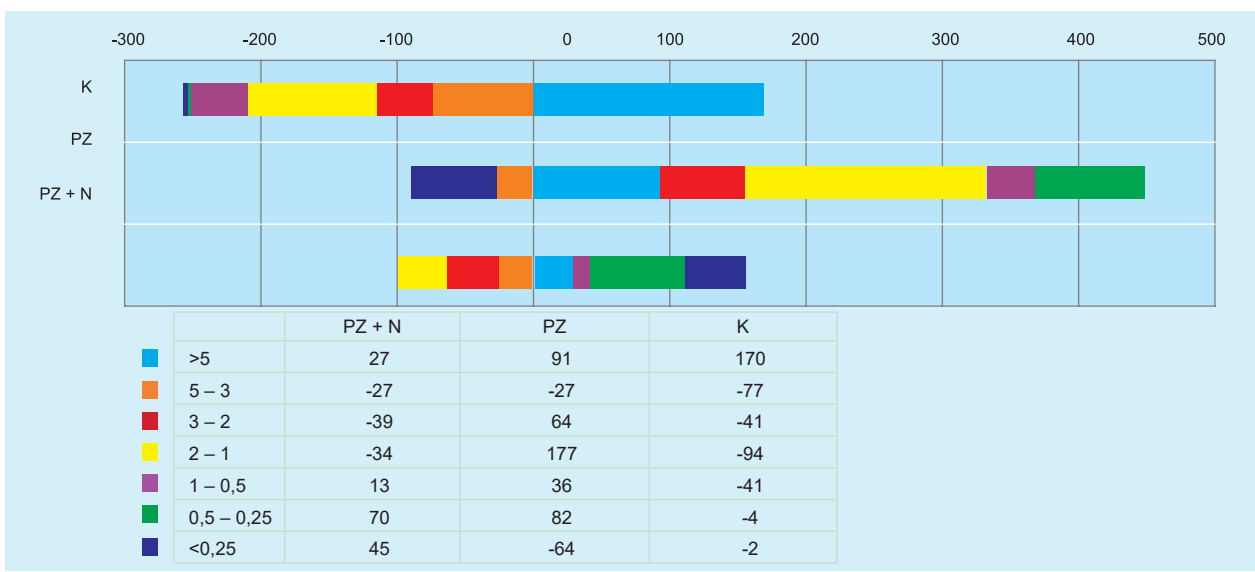
Dynamiky zmien celkového organickeho uhlíka a labilného uhlíka vo vodeodolných agregátoch

Dynamiky C_{org} a C_L v jednotlivých veľkostných triedach WSA vyjadrené k C_{org} a C_L v pôde sú uvedené na obrázkoch 2 a 3 a samotné obsahy C_{org} a C_L v pôde sú v tabuľke 1. Za sledované obdobie (2014 – 2015) v kontrolnom variante k najväčším negatívnym zmenám v poklese C_{org} došlo vo všetkých WSA , okrem WSA_{ma} >5 mm. V tejto frakcii bol dokonca zaznamenaný najvýraznejší nárast C_{org} , v porovnaní s pôdou, čo potvrdili aj výsledky stanovení (tabuľka 3). V K variante, najvyšší pokles C_{org} vo WSA bol zistený vo WSA_{ma} 2 mm – 1 mm (-94 %) a WSA_{ma} 5 mm – 3 mm (-77 %). Six et al. (20) uviedli, že k najnižším stratám C dochádza v mikroagregátoch a to z dôvodu jeho stabilizácie, a to nielen prostredníctvom väzieb z organickými časticami, ale aj ako dôsledok iných stabilizačných mechanizmov (1, 22). Aplikácia pozberových zvyškov mala pozitívny efekt na zvýšenie C_{org} vo WSA_{ma} >5 mm (+91 %), WSA_{ma} 3 mm – 2 mm (+64 %), WSA_{ma} 2 mm – 1 mm (+177), WSA_{ma} 1 mm – 0,5 mm (+36 %) a WSA_{ma} 0,5 mm – 0,25 mm (+82 %). Aplikácia pozberových zvyškov v kombinácii s N hnojením taktiež ako v prípade variantu PZ zvýšila dynamiku obsahu C_{org} vo WSA v porovnaní s pôdou, avšak nie tak výrazne: zvýšenie C_{org} vo WSA_{ma} >5 mm (+27 %), WSA_{ma} 1 mm – 0,5 mm (+13 %), WSA_{ma} 0,5 mm – 0,25 mm (+70 %) a WSA_{mi} (+45 %). Tieto zmeny v náraste C_{org} vo WSA sú najmä výsledkom mikrobiálnej aktivity a nárastu tzv. partikulárnej organickej hmoty pôdy vo WSA (2, 25).

V K variante, za sledované obdobie obsahy C_L vo WSA_{ma} >5 mm (-162 %), WSA_{ma} 2 mm – 1 mm (-63 %), WSA_{ma} 1 mm – 0,5 mm (-78 %) a WSA_{ma} 0,5 mm – 0,25 mm (-75 %) negatívne vplývali na obsah C_L v pôde. Pravdepodobnou príčinou môže byť tvorba dočasných väzieb medzi labilnou organickou hmotou a minerálnymi časticami, čo napomáha k znižovaniu C ako dôsledok intenzívnej kultivácie (kontrola = intenzívna kultivácia pôdy). Naopak, nárast, a to až o 297 % v obsahu C_L bol zaznamenaný vo WSA_{ma} 3 mm – 2 mm, a to ako výsledok mikrobiálneho rozkladu, tzv. hrubej vnútro agregátovej pôdnej organickej hmoty ako to podrobne popísal vo svojej štúdii Six et al. (19). Vo variantoch PZ a PZ + N boli tiež či už pozitívne

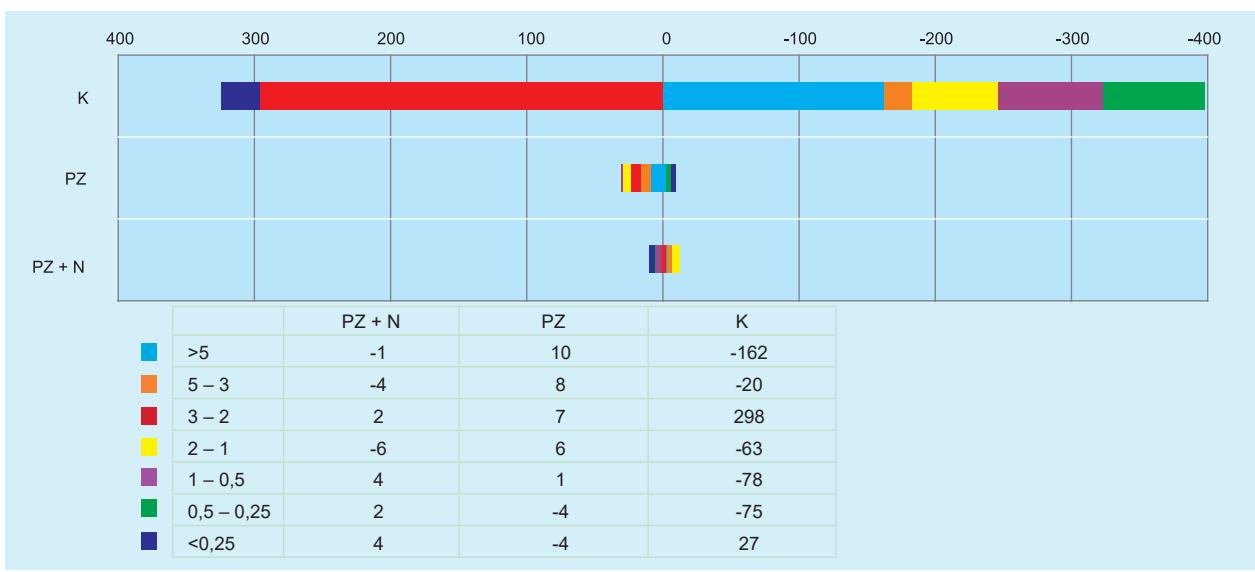
Obrázok 2: Dynamiky C_{org} vo WSA vyjadrené ako percento zmien C_{org} v pôde od 2014 do 2015

Figure 2: Dynamics of organic carbon (C_{org}) in water-stable aggregates (WSA) as a percentage change in organic carbon in soil from 2014 to 2015



Obrázok 3: Dynamiky C_L vo WSA vyjadrené ako percento zmien C_L v pôde od 2014 do 2015

Figure 3: Dynamics of labile carbon (C_L) in water-stable aggregates as a percentage change in labile carbon in soil from 2014 to 2015



alebo negatívne zmeny, ale nie tak výrazné ako v prípade K variantu (obrázok 3). Udržiavanie koncentrácie C_L v PZ variante bolo spôsobené lepším začleňovaním sa novovytvorených organických látok z hrubej frakcie pôdnej organickej hmoty do WSA_{ma} a znížením mineralizácie jemnejších frakcií C (fyzikálna ochrana), čo pozitívne vplýva na formovanie a stabilizáciu agregátov (1, 19). Prídavný N v PZ variante (PZ + N) zintenzívňoval mineralizáciu najmä vo WSA_{ma} 5 mm–1 mm, t. j. vo frakcii agronomickej cenných makroagregátov, avšak menej ako v prípade K variantu, ktorý sa iba intenzívne obrábal bez aplikácie organickej hmoty. Z uvedeného je evidentné, že spôsob hospodárenia sa významne podieľa na prerozdeľovaní

frakcií organickej hmoty (hlavne hrubej frakcie pôdnej organickej hmoty pochádzajúcej zo zapracovaných pozberových zvyškov do pôdy) vo WSA, čo má dopad na obsah a stabilitu jednotlivých veľkostných tried WSA.

Záver

Získané výsledky potvrdzujú skutočnosť, že intenzívne obrábanie pôdy prostredníctvom negatívneho efektu na parametre pôdnej organickej hmoty zhoršuje štruktúrny stav pôd. Na druhej strane, zapracovaním pozberových zvyškov sa štruktúrny stav výrazne zlepšuje a tento proces je pozitívne ovplyvňovaný prostredníctvom hnojenia

dusíkom. Naše zistenia poukazujú na to, že významný zdroj zadržiavania uhlíka v zrnitostne stredne ťažkej pôde po aplikácii pozberových zvyškov, resp. ich kombinácii s dusíkom, sú vodeodolné makroagregáty veľkostnej triedy 2 mm – 1 mm. Je evidentné, že spôsob hospodárenia sa významne podieľa na prerozdeľovaní frakcií organickej hmoty (hlavne hrubej frakcie pôdnej organickej hmoty pochádzajúcej zo zapracovaných pozberových zvyškov do pôdy) vo vodeodolných agregátoch, čo má priamy dopad na obsah a stabilitu jednotlivých veľkostných tried vodeodolných agregátov.

Literatúra

- (1) BRONICK, C. J. – LAL, R. 2005. The soil structure and land management: a review. In *Geoderma*, vol. 124, 2005, no. 1–2, pp. 3–22.
- (2) CAMBARDELLA, C. A. – ELLIOT, E. T. 1992. Particulate organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. In *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56, 1992, pp. 777–783.
- (3) DUIKER, S. W. – LAL, R. 1999. Carbon budget study using CO₂ flux measurements from a no till system in central Ohio. In *Soil and Tillage Research*, 1999, pp. 21–30.
- (4) DZIADOWIEC, H. – GONET, S.S. 1999. Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Warszawa : Prace komisji naukowych Polskiego towarzystwa gleboznazczego, 1999, p. 65.
- (5) GREENLAND, D.J. – RIMMER, D. – PAYNE, D. 1975. Determination of the structural stability class of English and Welsh soil, using a water coherence test. In *J. Soil Sci.*, vol. 26, 1975, no. 2, spp. 294–303.
- (6) HRAŠKO, J. – BEDRNA, Z. 1988. Aplikované pôdoznalctvo. Bratislava : Príroda, 474 s.
- (7) JASTROW, J. D. 1996. Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral-associated organic mater. In *Soil Biol. Biochem.*, vol. 28, 1996, pp. 665–676.
- (8) KÓRSCHNER, M. – SCHULZ, E. – BEHM, R. 1990. Heiswasserlöslicher C und N im Boden als Kriterium für das N-Nachlieferungsvermögen. In *Mikrobiologie*, 1990, no. 145, pp. 305–311.
- (9) LOGINOW, W. – WISNIEWSKI, W. – GONET, S. S. – CIESCINSKA, B. 1987. Fractionation of organic carbon based on susceptibility to oxidation. In *Pol. J. Soil Sci.*, 20, 1987, pp. 47–52.
- (10) NARESH, R.K. – PANWAR, A.S. – DHALIWAL, S.S. – GUPTA, R.K. – KUMAR, A. – RATHOR, R.S. – KUMAR, A. – KUMAR, D. – LAL, M. – KUMAR, S. – TYAGI, S. – KUMAR, V. – SINGH, S.P. – SINGH, V. – MAHAJAN, M.CH. 2017. Effect of Organic Inputs on Strength and Stability of Soil Aggregates Associated Organic Carbon Concentration under Rice-Wheat Rotation in Indo-Gangetic Plain Zone of India. In *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 6, 2017, no. 10, pp. 1973–2008.
- (11) NOUWAKPO, S.K. – SONG, J. – GONZALEZ, J.M. 2018. Soil structural stability assessment with the fluidized bed, aggregate stability, and rainfall simulation on long-term tillage and crop rotation systems. In *Soil and Tillage Res.*, 2018, 178, pp. 65–71.
- (12) OLIVARES, F.L. – AGUIAR, N.O. – ROSA, R.C.C. – CANNELLAS, L.P. 2015. Substrate biofortification of combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. In *Sci. Hortic.*, 183, 2015, pp. 100–108.
- (13) PETERBURSKIJ, A. V. 1963. Praktikum po agronomičeskoj chimiji. Moskva : Izd. Seľskochozjajstvennoj literatury, žurnalov a plakatov, 1963, 591 p.
- (14) PICCOLO, A. – SPACCINI, R. – NIEDER, R. – RICHTER, J. 2004. Sequestration of a Biologically Labile Organic Carbon in Soils by Humified Organic Matter. In *Clim. Change*, 67, 2004, pp. 329–343.
- (15) PLANTE, A.F. – MCGILL, W.B. 2002. Soil aggregate dynamics and the retention of organic mater in laboratory-incubated soil with differing simulated tillage frequencies. In *Soil Tillage Res.*, 66, 2002, pp. 79–92.
- (16) POLLÁKOVÁ, N. – ŠIMANSKÝ, V. – KRAVKA, M. 2018. The influence of soil organic matter fractions on aggregates stabilization in agricultural and forest soils of selected Slovak and Czech hilly lands. In *Journal of Soils and Sediments*, vol. 18, 2018, no. 8, pp. 2790–2800.
- (17) RAO, C.S. – INDORIA, A.K. – SHARMA, K.L. 2017. Effective management practices for improving soil organic matter for increasing crop productivity in rainfed agroecology of India. In *Curr. Sci.*, 112, 2017, pp. 1497–1504.
- (18) SEMENOV, V. M. – IVANNIKOVA, L. A. – KUZNETSOVA, T. V. – SEMENOVA, N. A. – TULINA, A. S. 2008. Mineralization of Organic Matter and the Carbon Sequestration Capacity of Zonal Soils. In *Eurasian Soil Science*, vol. 41, 2008, no. 7, pp. 717–730.
- (19) SIX, J. – ELLIOTT E. T. – PAUSTIAN, K. 1999. Aggregate and soil organic mater dynamic under conventional and no-tillage systems. In *Soil Science society of america journal*, vol. 63, 1999, no. 5, pp. 1350–1358.
- (20) SIX, J. – BOSSUYT, H. – DEGRYZE, S. – DENEFF, K. 2004. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. In *Soil Till. Res.*, 79, 2004, pp. 7–31.
- (21) ŠIMANSKÝ, V. – BAJČAN, D. 2014. The stability of soil aggregates and their ability of carbon sequestration. In *Soil and Water Research*, vol. 9, 2014, no. 3, pp. 111–118.
- (22) ŠIMANSKÝ, V. – KOLENČÍK, M. – PUŠKĽOVÁ, Ľ. 2014. Effects of carbonates and bivalent cations and their relationships with soil organic matter from the view point of aggregate formation. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 60, 2014, no. 3, pp. 77–86.
- (23) ŠIMANSKÝ, V. – KOVÁČIK, P. 2014. Carbon sequestration and its dynamic in water-stable aggregates. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 60, 2014, no. 1, pp. 1–9.
- (24) ŠIMANSKÝ, V. – TOBIAŠOVÁ, E. – CHLPIK, J. 2008. Soil tillage and fertilization of Orthic Luvisol and their influence on chemical properties, soil structure stability and carbon distribution in water-stable macro-aggregates, In *Soil & Tillage Research*, vol. 100, 2008, no. 1–2, pp. 125–132.
- (25) ŠIMANSKÝ, V. 2013. Soil organic matter in water-stable aggregates under different soil management practices in a productive vineyard. In *Archives of Agronomy and Soil Science*, vol. 59, 2013, no. 9, pp. 1207–1214.
- (26) TOBIAŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009. Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. Vedecká monografia. Nitra : SPU, 2009. 113 s. ISBN 978-80-552-0196-2.
- (27) VÁCHALOVÁ, R. – KOLÁŘ, L. – MUCHOVÁ, Z. 2016. Primární organická půdní hmota a humus, dvě složky půdní organické hmoty. SPU, Nitra: 122 s. ISBN 978-80-552-1467-2.
- (28) ZAUJEC, A. – ŠIMANSKÝ, V. 2006. Vplyv biostimulátorov rozkladu rastlinných zvyškov na pôdnu štruktúru a organickú hmotu pôdy. Vedecká monografia. Nitra : SPU, 2006. 112 s. ISBN 80-8069-779-5.

doc. Ing. Vladimír Šimanský, PhD.,
Katedra pedológie a geológie, FAPZ, SPU,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
Vladimir.Simansky@uniag.sk

Podakovanie

Táto práca bola finančne podporená projektom
KEGA 013SPU-4/2019 „Inovácia a aktualizácia
obsahu výučby predmetu Antropizácia pôdy a vytvorenie
interaktívnej vysokoškolskej učebnice v slovenskom
a v anglickom jazyku“.

Pokyny pre autorov príspevkov

Agrochémiá uverejňuje pôvodné vedecké a kompilačné práce, krátke vedecké oznámenia a recenzie o významných vedeckých dielach z oblasti výživy rastlín, úrodnosti pôdy, ochrany pôdy a racionálneho využívania agrochemikálií v poľnohospodárstve. Autor je plne zodpovedný za pôvodnosť práce a jej vecnú a formálnu správnosť.

Štruktúra príspevku

Názov – sa uvádza najprv v slovenskom (alebo českom), potom v anglickom jazyku. Maximálne 90 znakov.

Autori – sa uvádzajú bez titulov, najskôr celé krstné meno (nie skratka), potom priezvisko.

Abstrakt (Súhrn) – v angličtine (alebo v slovenčine, ak je príspevok písaný v anglickom jazyku) – musí jasne charakterizovať cieľ prezentovanej výskumnej práce, stručne popísať podmienky pokusu, použité metódy, výsledky a závery bez odkazov na tabuľky a obrázky. Nemal by presiahnuť 150 a klesnúť pod 75 slov.

Kľúčové slová – sa uvádzajú v anglickom jazyku (pre databázu CAB) v počte 5 až 7 slov. Uvádzajú sa za abstraktom v angličtine s malým začiatočným písmenom, oddelené čiarkami.

Úvod – treba tu zdôvodniť aktuálnosť riešenia prezentovaného problému a stručne informovať o stave výskumu v danej oblasti. Je treba uvádzať len citácie, ktoré majú úzky vzťah k prezentovanej problematike. Na konci tejto časti stručne uviesť, čo bolo cieľom predpokladaného príspevku, resp. riešenej výskumnej práce, ktorá sa v článku prezentuje.

Materiál a metódy

Táto časť článku by mala obsahovať:

- o charakteristiku použitého technického a biologického materiálu (zariadenia, osivo, odrody, hybridy...);
- o popis stanovištných podmienok pokusu (klimatické podmienky, pôdne podmienky);
- o charakteristiku agrochemických parametrov pôdy (obsah živín, pH, C_{ox}...);
- o organizáciu založenia pokusu (varianty, počet opakovaní, spony, rozmer parceliek...);
- o pri aplikácii hnojív uviesť konkrétne o aký druh hnojiva ide a aký má obsah živín;
- o pri hnojivách uvádzať v čistých živinách alebo v oxidových formách (okrem dusíka);
- o stručne charakterizovať použité metódy (vrátane citovania ich autora);
- o pri zložitej organizácii pokusu odporúčame uviesť aj schému pokusu;
- o na záver tejto časti uviesť metódy matematicko-štatistického hodnotenia výsledkov;
- o túto kapitolu písať tak, aby spĺňala podmienku reprodukovateľnosti pokusu, t.j., aby nezávislý subjekt bol schopný pokus bez problémov zopakovať.

Výsledky a diskusia

Dosiahnuté výsledky prezentovať čo najstručnejšie v podobe tabuliek a obrázkov. V textovom hodnotení výsledkov sa zamerať na najdôležitejšie zistenia a vzťahy medzi sledovanými faktormi. Nezabúdať na odkazovanie na príslušnú tabuľku alebo obrázok. Neuvádzať tú istú informáciu vo viacerých formách (napr. v tabuľke a zároveň tie isté hodnoty v grafe resp. na obrázku). Tabuľky a obrázky musia byť kompletne, musia mať samovypovedajúcu hodnotu. Nad tabuľkou musí byť názov najprv v slovenčine, potom v anglickom jazyku. Pod tabuľkou uviesť vysvetľovaciu legendu v anglickom jazyku.

Záver

Mal by mať stručný, jasný, zdôrazňujúci, originálne výsledky.

Literatúra

Za presnosť údajov a použitej literatúry zodpovedá autor. Pri citovanej literatúre treba rešpektovať STN ISO 690 a ISO 690-2. Zoznam literatúry musí byť usporiadaný abecedne podľa priezviska autora. Informácie získané prostredníctvom internetu sa popisujú tak, že sa uvedie priezvisko a meno autora, názov materiálu a presná URL adresa. Citácie v texte sa popisujú uvedením čísla v zátvorke, pod ktorým sa použitý zdroj nachádza v zozname literatúry.

Vlastná úprava rukopisu

- o formát rukopisu A4, rozsah 6 – 10 strán (t. j. 180 – 300 riadkov) vrátane tabuliek a obrázkov;
- o členenie príspevku štandardné pre vedecké práce (pozri vyššie);
- o články písať vo formáte s koncovkou *.doc alebo *.rtf;
- o odporúčané písmo: Times New Roman CE, veľkosť písma 12;
- o pri písaní príspevku použiť riadkovanie 1;
- o naskenované obrázky priložiť v samostatnom súbore, 300 dpi (*.PCX, *.GIF, *.TIF);
- o na konci príspevku pridať kompletnú kontaktnú adresu prvého autora, vrátane e-mailu.

Príspevky posielajte na e-mailovú adresu: lenka.kovacova@uniag.sk

Instructions for the authors of contributions

Journal of Agrochemistry publishes original scientific and compilatory articles, short communications and reviews of significant scientific works in the field of plant nutrition, soil fertility, soil conservation and rational application of agrochemicals in agriculture. The author of the scientific article is fully responsible for the originality of the work and its formal correctness.

Structure of an article

Title – short, brief, clear in English language. It should not exceed 90 characters.

Authors – are stated without academical degree, at first the whole christian (first) name (not abbreviation), then the second name (surname).

Abstract - in English language. It should clearly define the aim of presented research work, briefly describe the conditions of the experiment, applied methods, results and conclusions without referring to tables and figures. The length of the abstract should not exceed 150 words.

Key words – are stated in English language in range from 5 to 7 words written in lower-case letters and separated by comma. They are situated below the abstract.

Introduction – gives reasons for topicality of presented research and informs in brief on the current status in respective scientific field. Particularly the citations closely related to presented topic are required. At the end of this part, state the aim of presented research task.

Material and Methods

This part of article should contain the following items:

- o characterization of used technical and biological material (equipment, seed, varieties, hybrids...);
- o description of experimental site (climatic and soil conditions);
- o characterization of soil agrochemical parameters (content of nutrients, Cox, pH...);
- o experimental layout (treatments, number of repetitions, span, size of plots...);
- o kind of applied fertilizers and their nutrient content;
- o quote rates of nutrients in pure or oxide form;
- o characterization of applied methods including citation of their author/s;
- o draft of experimental layout is suitable especially when organization of trial is complicated;
- o applied methods of statistical evaluation;
- o this part should be written in the way to make independent subject possible to reproduce the experiment.

Results and discussion

Archived results should be presented as briefly as possible by means of tables and figures. Evaluation of the results should be focused to the most important findings and relations among investigated factors. Do not state the same information by several forms (for instance by table and the same time by graph or figure). The tables and figures must be complete and have all needed items: Title (head) of both table and figure is situated above the table and figure and explaining legend below them.

Conclusion

Should be brief, clear and emphasizing particularly original results.

References

Author is responsible for the correctness of presented data as well as cited literature. Citing literature sources, STN ISO 690 and ISO 690-2 standard should be respected. List of literature must be arranged alphabetically according to the surname of the author. The references to information acquired from internet should be provided with the URL address and the date of acquisition. Interlinear references in the text should be introduced by the number in brackets referring to the position of this source in the list of literature.

Manuscript layout

- o use manuscript A4 format at the total range of 6–10 pages (180–300 lines) including tables and figures;
- o structure of the article is characterized above;
- o article should be written in format of *.doc or *.rtf;
- o recommended font: New Times Roman CE, size 12;
- o spacing 1;
- o scanned figures should be enclosed in separate file: 300 dpi (*.PCX, *.GIF, *.TIF);
- o at the end of the article the complete address of the first author including e-mail one should be added.

Send the contributions to the following e-mail address:

lenka.kovacova@uniag.sk

DUSLO®

ENERGY OF YOUR GROWTH

ENSIN®

Granulované dusíkaté hnojivo s obsahom S a s inhibítormi nitrifikácie DCD (dikyándiamid) a TZ (triazol) v pomere 10:1 – HNOJIVO ES. Zelený, povrchovo upravený granulát.

N 26% S 13%

Chemické zloženie a granulometria

Celkový dusík (N)	26,0 %
Z toho amoniakálny (N)	18,5 %
dusičnanový (N)	7,5 %
Síra ako (S) vodorozpustná	13,0 %
Obsah častíc (2 – 5 mm)	min. 90,0 %

Hnojivo so stabilizovaným N a obsahom S je vhodné na neskoré jesenné, regeneračné jarné, základné predsejbové hnojenie, prípadne prihnojenie počas vegetácie poľných plodín náročných na S (repka, obilniny, slnečnica, kukurica, okopaniny). Dusík je uvoľňovaný postupne v závislosti na pôdno-klimatických podmienkach čím sa zvyšuje jeho využiteľnosť a znižujú sa straty vyplavením a únikom do ovzdušia.

Balenie : Voľne ložený tovar, PE – 25 kg, big-bag – 1000 kg, 600 kg.



Uvedené údaje majú informatívny charakter. Bližšie informácie poskytnie výrobca:
Duslo, a.s. Administratívna budova ev. č. 1236, 927 03 Šaľa, Slovenská republika.
E-mail: fertilizer@duslo.sk | www.duslo.sk



obsah

contents

Ladislav Ducsay, Juraj Drgoňa, Mária Vicianová

Vplyv dávok dusíka na výšku úrody a efektívnosť hnojenia kukurice siatej (<i>Zea mays</i> L.).....	3
Effect of nitrogen doses on yield of corn and fertilization efficiency of maize (<i>Zea mays</i> L.)	3

Peter Hric, Ľuboš Vozár, Peter Kovár

Priemerný obsah dusíka, fosforu a draslíka v nadzemnej fytohmote trávniku po aplikovaní rôznych foriem výživy	8
The average content of nitrogen, phosphorus and potassium in the above-ground phytomass of turf after application of various forms of nutrition.....	8

Jozef Kobza

Aktuálny stav a vývoj obsahu prístupného draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska	12
Current state and development of available potassium in agricultural soils of Slovakia	12

Alexandra Zapletalová, Ivan Černý

Vplyv biologicky aktívnych látok na produkciu a kvalitu slnečnice ročnej.....	17
Effect of biologically active compounds on sunflower production and quality	17

Jarmila Makovníková

Monitoring hodnoty pôdnej reakcie kambizemí v poľnohospodárskych pôdach Slovenska	22
Monitoring of soil pH value on Cambisols in Slovakia	22

Vladimír Šimanský, Nora Polláková

Pozberové zvyšky a ich vplyv na zmeny kvality pôdy	27
Post-harvest residues and their effect on soil quality changes.....	27