

Nedostatok makroelementov, mikroelementov a tvorba fytomasy kukurice siatej

Lack of macroelements, microelements and formation of the maize phytomass

Peter Kováčik, Petr Škarpa

There was found the effect of deficiency of 9 nutrients (5 macroelements and 4 microelements) on maize phytomass formation, in pot experiment realized in vegetation cage in the campus of Slovak university of Agriculture in Nitra. The aim of the experiment was to accurately quantify the difference in the formation of vegetative and generative organs. It was found, that the most negative impact on generative organs formation had lack of N, then Zn followed by P, K, Mn, Mg, Fe, Cu, S. Straw formation was also negatively affected by lack of N, then Zn and P, K, Mn, Mg, Fe, Cu, S. At the same time it was found that potassium deficiency caused the change in maize grain colour. The maize grain was yellow at the other 9 treatments. There was created the brindle coloured grain – grain with two pigments, at treatment with the lack of potassium. This finding belongs to new knowledges of the area of nutrients deficiency symptoms.

maize, deficit, macronutrients, micronutrients

Kukurica siata v porovnaní s inými poľnými plodinami citlivejšie reaguje na pestovateľské podmienky. Príčinou je skutočnosť, že patrí do skupiny rastlín typu C 4, pričom väčšina poľných plodín patrí do skupiny rastlín typu C 3. Táto metabolická odlišnosť spôsobuje, že ak je pestovaná vo vhodných podmienkach, t. j. pri dostatku svetla, tepla, vlhky, živín a pri realizácii správnych ochranných opatrení, jej úrody v závislosti od hybridu kolíšu od 9 t.ha⁻¹ po 14 t.ha⁻¹. V slovenskej praxi sa však nezriedka dosahujú úrody len na úrovni 5 – 6 t.ha⁻¹, ako dôsledok už uvedenej citlivosti kukurice na pôdne a poveternostné podmienky pestovania.

V stredoeurópskom priestore sa na tvorbe úrody kukurice podieľa výživa 10 až 35 %, z čoho je zrejme, že racionálne hnojenie rastlín je významný intenzifikačný faktor. Napriek existencii viacerých poznatkov o vplyve nedostatku jednotlivých živín na tvorbu fytomasy kukurice siatej (2, 3), o význame jednotlivých živín pre rastliny (1), sme za účelom prípravy študijnej pomôcky pre študentov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre založili nádobový pokus, v ktorom sme sledovali vplyv deficitu 9 živín (5 makroelementov a 4 mikroelementov) na tvorbu fyto-

masy kukurice siatej s cieľom presne kvantifikovať vplyv nedostatku jednotlivých prvkov na tvorbu slamy a na tvorbu zrna spolu so šúľkom.

Materiál a metodika

Nádobový pokus sa vykonával vo vegetačnej kletke nachádzajúcej sa v areáli SPU v Nitre (48° 18' S, 18° 06' V). Vegetačná kletka mala rozmery 20 × 20 × 5 m. Na jej stenách a strepe bolo kovové pletivo s veľkosťou ôk 15 × 15 mm, ktoré chránilo pokus pred vtáctvom. Podlaha bola zo zámkovej dlažby sivej farby. Pokus bol založený 13. mája. Do nádob tvaru valca vysokých 0,52 m s priemerom 0,38 m sa navážilo 13 kg zmesi pozostávajúcej z 3 kilogramov perlitu a 10 kg piesku. Agrochemické parametre použitých materiálov uvádza tabuľka 1. Takto pripravené nádoby sa zaliali destilovanou vodou na úroveň 40 % PVK. Následne sa zaliali Knopovými roztokmi do úrovni 70 % PVK. Celkovo bolo pripravených 10 variantov, 10 roztokov: Ú = úplný živný roztok, –N = živný roztok bez dusíka, –P = živný roztok bez fosforu, –K = živný roztok bez draslíka, –Mg = živný roztok bez horčíka, –S = živný roztok bez síry, –Cu = živný roztok bez medi, –Zn = živný roztok bez zinku, –Fe = živný roztok bez železa, –Mn = živný roztok bez mangánu. Pokus bol založený metódou náhodného usporiadania nádob s päťnásobným opakovaním. Keďže nádoby boli umiestnené vo vegetačnej kletke, hrozilo, že pravidelné denné zalievanie nádob živnými roztokmi by pri veľkom výpare vody spôsobilo výrazné zasolenie substrátu. Z toho dôvodu sa pripravili presné objemy živných roztokov podľa Knopa (11), ktorými sa do polovice júna dodali živiny potrebné na vytvorenie 6-tonovej úrody zrna kukurice siatej pri kalkulácii 60 % využiteľnosti dusíka. Následne sa 4 týždne zalievalo len destilovanou vodou. V polovici júla bolo zrejme, že absolútny deficit najmä makroelementov, ale aj mikroelementov spôsobí predčasné ukončenie vegetácie daných rastlín. Z toho dôvodu sa za účelom predĺženia života rastlín od 20. júla do všetkých nádob raz za týždeň (celkovo 8-krát) pridával úplný Knopov roztok o objeme 500 ml, čo umožnilo ukončiť pokus až v septembri. Celkové množstvo živín dodaných do nádob jednotlivých variantov do polovice júna uvádza tabuľka 2. Na konci pokusu sa vyhodnotila tvorba nadzemnej fytomasy, hmotnosť slamy a hmotnosť zrna spolu so šúľkom.

Výsledky a diskusia

Z piatich sledovaných makroelementov najväčší vplyv na tvorbu celej nadzemnej fytomasy mal dusík. Jeho nedostatok znížil tvorbu nadzemnej fytomasy o 82,89 %, čo vysvetľuje, prečo farmári i pri nedostatku financií na hnojivá, si takmer vždy nájdu finančné zdroje na nákup dusíkatých hnojív (obr. 1). Zistené potvrdzuje názor Fecenka a Ložeka (4), že dusík je motorom výživy rastlín. Z obrázkov 2 a 3 vyplýva, že nedostatok dusíka viac ovplyvnil tvorbu

Tabuľka 1: Agrochemické parametre použitého piesku a perlitu
Table 1: Agrochemical parameters of used sand and perlite

Materiál (1)	pH	N _{an}	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	Obj. hm. (2)
		mg.kg ⁻¹										
Perlit (3)	7,95	10,3	5,0	175	300	113,3	5,0	0,69	10,98	0,38	0,32	0,18
Piesok (4)	6,79	5,4	4,4	15	72	19,0	0,7	0,20	1,86	0,65	0,02	1,58

(1) material, (2) volume weight, (3) perlite, (4) sand

Tabuľka 2: Množstvo živín dodaných do nádob jednotlivých variantov prostredníctvom Knopovho roztoku do konca júna
Table 2: The amount of nutrients added to pots of each variant via Knop's solution by the end of June

Zlúčenina (1)	Ú (2)	-N (3)	-P (4)	-K (5)	-S (6)	-Mg (7)	-Cu (8)	-Zn (9)	-Fe (10)	-Mn (11)
					mg.nádoba ⁻¹ (12)					
Ca(NO ₃) ₂ ·4 H ₂ O	15 037,78	-	15 037,78	15 037,78	15 037,78	15 037,78	15 037,78	15 037,78	15 037,78	15 037,78
K ₂ H ₂ PO ₄	3 759,44	3 759,44	-	-	3 759,44	3 759,44	3 759,44	3 759,44	3 759,44	3 759,44
KCl	1 879,72	4 661,46	3 939,85	-	1 879,72	1 879,72	1 879,72	1 879,72	1 879,72	1 879,72
KNO ₃	3 759,44	-	3 759,44	-	3 759,44	3 759,44	3 759,44	3 759,44	3 759,44	3 759,44
MgSO ₄ ·7 H ₂ O	3 759,44	3 759,44	3 759,44	3 759,44	-	-	3 759,44	3 759,44	3 759,44	3 759,44
CaCl ₂	-	7 067,76	-	-	-	-	-	-	-	-
NaH ₂ PO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NaNO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FeSO ₄ ·7 H ₂ O	150,38	150,38	150,38	150,38	-	150,38	150,38	150,38	-	150,38
CuSO ₄ ·5 H ₂ O	2,26	2,26	2,26	2,26	-	2,26	-	2,26	2,26	2,26
ZnSO ₄ ·7 H ₂ O	3,31	3,31	3,31	3,31	-	3,31	3,31	3,31	3,31	3,31
MnSO ₄ ·H ₂ O	13,75	13,75	13,75	13,75	-	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4 H ₂ O	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
H ₃ BO ₃	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05
MgCl ₂	-	-	-	-	1 443,63	-	-	-	-	-
FeCl ₂ ·4 H ₂ O	-	-	-	-	89,17	-	-	-	-	-
CuCl ₂ ·2 H ₂ O	-	-	-	-	1,65	-	-	-	-	-
MnCl ₂ ·4 H ₂ O	-	-	-	-	16,54	-	-	-	-	-
S (elementárna síra)	-	-	-	-	-	489,0	0,31	-	-	-
ZnCl ₂	-	-	-	-	1,53	-	-	-	-	-

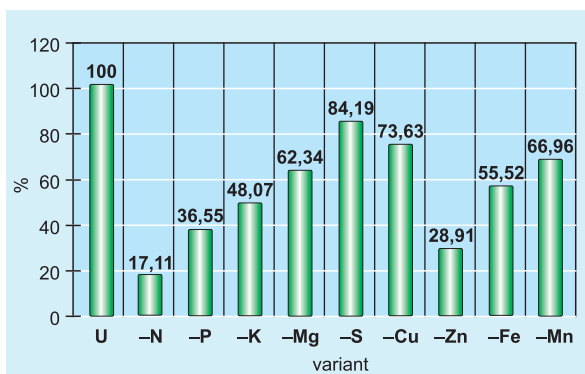
(1) compound, (2) complete nutrient solution, (3) solution without N, (4) solution without P, (5) solution without K, (6) solution without S, (7) solution without Mg, (8) solution without Cu, (9) solution without Zn, (10) solution without Fe, (11) solution without Mn

generatívnych orgánov ako vegetatívnych. Nedostatok N rezultoval v nevytvorenie samičích pohlavných orgánov, t. j. nevytvorili sa šúľky, čím sa nemohli vytvoriť ani zrná. Hmotnosť zrn bola o 100,00 % a hmotnosť slamy o 65,25 % menšia v porovnaní s kontrolným variantom na ktorom sa realizovala úplná výživa.

Nedostatok jednotlivých makroelementov sa na tvorbe generatívnych a vegetatívnych orgánov kukurice siatej neprejavil rovnako. Najmenší vplyv sa zaznamenal pri síre. Nedostatok síry znížil tvorbu nadzemnej fytohmoty kukurice siatej len o 15,81 % a hmotnosť šúľka spolu so zrnom znížil o 22,57 %. Zistené korešponduje s poznatkom, že ak rastliny rastú v podmienkach nedostatku síry v pôde a dostatku síry vo vzduchu (nie nadbytku), dokážu prostredníctvom listov prijať až 90 % z jej celkového množstva v rastline (8). Poradie vplyvu nedostatku sledovaných makroelementov na tvorbu generatívnych i vegetatívnych orgánov kukurice siatej (obr. 1, 2 a 3) bolo nasledovné $N > P > K > Mg > S$, pričom deficit sa výraznejšie prejavil na tvorbe generatívnych orgánov, ako na tvorbe slamy.

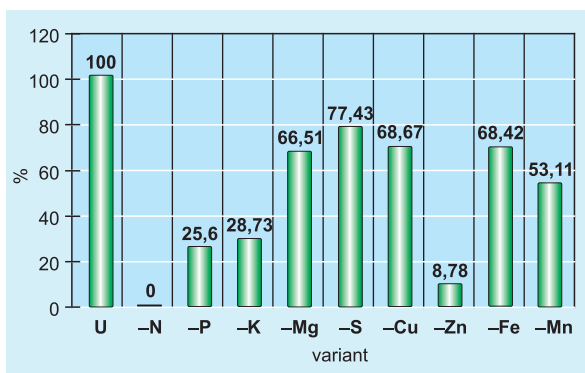
Obrázok 1: Vplyv úplnej a deficitnej výživy vybranými makroelementmi a mikroelementmi na hmotnosť nadzemnej fytohmoty kukurice siatej

Figure 1: Effect of complete and deficient nutrition by selected macroelements and microelements on the weight of maize aboveground phytomass



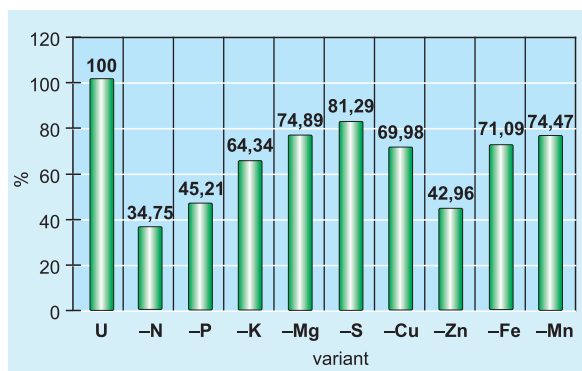
Obrázok 2: Vplyv úplnej a deficitnej výživy vybranými makroelementmi a mikroelementmi na hmotnosť šúľkov spolu so zrnom kukurice siatej

Figure 2: The effect of complete and deficient nutrition by selected macroelements and microelements on weight of maize cobs with corn



Obrázok 3: Vplyv úplnej a deficitnej výživy vybranými makroelementmi a mikroelementmi na hmotnosť slamy kukurice siatej

Figure 3: The effect of complete and deficient nutrition by selected macroelements and microelements on maize straw weight



Je známe, že kukurica siata veľmi dobre reaguje na hnojenie meďou a zinkom, dobre na hnojenie bórom, molybdénom, mangánom a železom. Hnojenie inými mikroelementmi je málo efektívne (7).

Údaje na obrázkoch 1 až 3 vypovedajú, že zo štyroch testovaných mikroelementov, najväčší vplyv na tvorbu generatívnych i vegetatívnych orgánov mal zinok. Deficit zinku sa na tvorbe úrody zrn podieľal významnejšie (91,22 %) ako na tvorbe slamy (57,04 %). Vplyv nedostatku Zn na tvorbu zrn bol výraznejší ako vplyv fosforu, draslíka, horčíka či síry. Zistené je v súlade s poznatkami autorov (9, 10), ktorí odporúčajú pestovateľom kukurice venovať zvýšenú pozornosť hnojeniu zinkom.

Zo všetkých deväť testovaných prvkov, úrodu zrn kukurice siatej najviac negatívne ovplyvnil nedostatok N, potom nedostatok Zn a následne P, K, Mn, Mg, Fe, Cu, S. Tvorbu slamy taktiež najviac negatívne ovplyvnil nedostatok N, potom Zn, P, K, Cu, Fe, Mn, Mg, S.

Pri realizácii predloženého pokusu sa zaznamenal jeden menej známy poznatok, a to že na variante s deficitom draslíka v pestovateľskom substráte, sa na rozdiel od ostatných variantov nedopestovalo žlté zrn, ale zrn žihané, majúce červené až fialové pružky, prípadne časť zrna bola zafarbená do sivočierna, resp. sfarbenie niektorých zrn bolo tmavomodré (obr. 4). Pravdepodobnou príčinou objavenia sa červených až fialových pružkov, prí-

Obrázok 4: Červeno až modrofialovo, resp. sivočierno žihané zrná kukurice siatej a neopelená špička ako dôsledok nedostatku draslíka

Figure 4: From red to blue-violet, grey-black brindle coloured maize corn and unpainted peak as a result of potassium deficiency



padne tmavomodrej farby zrna bola skutočnosť, že draslík významne ovplyvňuje glycidový metabolizmus (5), pričom pri jeho poruchách sa v nadmernej miere tvoria antokyány (13). Antokyány sú vodou rozpustné pigmenty, ktorých farba môže byť červená, fialová, modrá (12).

Okrem, doposiaľ nám neznámeho zaznamenania žltaného zafarbenia zrn kukurice v dôsledku nedostatku draslíka, sa zaznamenal i dlhodobý známy poznatok o nepelení špičky kukuričného šúľka (obr. 4) v dôsledku nedostatku draslíka (6).

Záver

Prezentované poznatky spresnili (číselne vyjadrili) význam racionálnej výživy kukurice siatej vybranými makroelementmi a mikroelementmi (N, P, K, Mg, S, Cu, Zn, Fe a Mn) a zároveň priniesli unikátny poznatok o zmene farby kukuričného zrna v dôsledku výrazného nedostatku draslíka v pestovateľskom substráte.

Literatúra

- (1) BALIGAR, V. C. – N. K. FAGERIA – HE, Z. L. 2001. Nutrient use efficiency in plants. In Communications in soil science and plant analysis, vol. 32, 2001, no. 7–8, pp. 921–950.
- (2) BERGMANN W. 1992. Nutritional disorders of plants. Development, visual and analytical diagnosis. Colour atlas. Jena, Gustav Fischer Verlag, 1992, 386 p. ISBN 3-334-60423-3.
- (3) DETURK, E. E. 1941. Plant nutrient deficiency symptoms. In Physiological basis industrial & engineering chemistry, vol. 33, 1941, no. 5, pp. 648–653.
- (4) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín: Nitra – Šaľa : SPU a Duslo, 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5.
- (5) IVANIČ, J. – HAVELKA, B. – KNOP, K. 1984. Výživa a hnojenie rastlín. Bratislava a Praha: Príroda a SZN, 1984, 488 s.
- (6) KIRÁLY, Z. 1976. Plant disease resistance as influenced by biochemical effects on nutrients in fertilizers. In Fertilizer use and plant health, Proceedings of colloquium 12, Atlanta, GA: International potash institute, 1976, pp. 33–46.
- (7) KOVÁČIK, P. 2009. Výživa a systémy hnojenia rastlín. České Budějovice : Kurent, s. r. o., 2009, 109 s. ISBN 978-80-87111-16-1.
- (8) KOVÁČIK, P. 2014. Princípy a spôsoby výživy rastlín. Nitra : SPU, 2014, 278 s. ISBN 978-80-552-1193-0.
- (9) RICHTER, R. – RYANT, P. – HLUŠEK, J. – FRYŠČÁKOVÁ, E. 2004. Multimediální učební texty z výživy rostlin. http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/htm/biogenní_prvky/a_index_biogen.htm. 23.november, 2018
- (10) RUFFO, M. – OLSON, R. – DAVEREDE, I. 2016. Maize yield response to zinc source and effectiveness of diagnostic indicators. In Communications in soil science and plant analysis, vol. 47, 2016, no. 2.
- (11) SHIVE, J. W. 1915. A three-salt Nutrient solution for plants. In American Journal of Botany, vol. 2, 1915, no. 4, pp. 157–160. <http://www.jstor.org/stable/2435048>
- (12) VOLLMANNOVÁ, A. – MUSILOVÁ, J. – URMINSKÁ, D. et al. 2018. Chémia potravín. Nitra : SPU, 2018, 543 s. ISBN 978-80-552-1814-4.
- (13) WALLACE, T. 1961. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. 3rd ed., London : Her Majesty's Stationery Office, 1961, 124 p.

*prof. Ing. Peter Kováčik, CSc.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Katedra agrochémie a výživy rastlín
Tr. Andreja Hlinku 2, 949 01 Nitra
e-mail: peter.kovacik@uniag.sk*