

Stimulačný účinok humátov vo výžive kukurice siatej

Stimulation effect of humates in corn nutrition

Lýdia Koroncziová, Ladislav Varga, Tomáš Lošák

The aim of a 2-years plant nutrition experiment was to study the effect of different forms of nitrogen doses on yield and selected parameters of corn, variety DKC 4608. In particular, the effect of Glucohumates™ fertilizers and their effect on reception and utilization of applied doses of nutrients. Small plot experiment with corn was set up in the area near Kaplná, SW Slovakia. The trial was designed with seven treatments in four replications. The highest yield of grain in 2014 (11.08 t.ha⁻¹) was reached at treatment 4, where the dose of applied nitrogen was 130 kg.ha⁻¹ N. The relative yield increase compared to unfertilized control (treatment 1) represented 158.9%. The lowest yield of corn grain (6.97 t.ha⁻¹) was recorded at unfertilized control treatment. The application of micro granulated fertilizer Microstart G10 positive effected the crop development in the early stages of its growth. Deficit of N was recorded in the second half of the vegetation. The yield (8.98 t.ha⁻¹) was affected by this nitrogen deficit. The relative yield increase of corn grain was 28.8%, compared to unfertilized control treatment. The highest yield of corn grain in 2015 (7.8 t.ha⁻¹) was reached at treatment 3, where the dose of nitrogen was 143.5 kg.ha⁻¹. The relative yield increase (treatment 1) was 268.9%, compared to unfertilized control treatment. The lowest yield of corn grain (2.9 t.ha⁻¹) was recorded at unfertilized control treatment. The application of micro granulated fertilizer Microstart G10 had positive effect also in year 2015. The relative yield of corn grain increased by 16.2%, compared to unfertilized control treatment.

corn, nutrition, fertilizers, yield

Kukurica siata (*Zea mays*) v porovnaní s ostatnými poľnohospodárskymi plodinami vykazuje určité odlišnosti v požiadavkách na hnojenie. Táto skutočnosť je spôsobená faktom, že na rozdiel od väčšiny u nás pestovaných plodín s fotosyntetickým cyklom C3 (Calvinov cyklus), kukurica patrí do skupiny s cyklom C4 (Hatch-Slackov cyklus). Kukurica dobre využíva slnečnú energiu, čo je spojené s rozdielnou cestou asimilácie oxidu uhličitého a lepšieho využitia prijatých živín. Práve táto metabolická odlišnosť ju zaraďuje medzi plodiny s vyššími nárokmi na teplo, intenzitu slnečného žiarenia, ale aj na pôdy s dobrou zásobou živín. Splnením týchto pestovateľských podmienok sa vytvárajú predpoklady pre efektívne využitie prijatých živín pre tvorbu úrody (3). Cieľom príspevku je zhodnotenie vplyvu kombinácie NP hnojiva a močoviny s hnojivami na báze glukohumátov na výšku dosiahnutej úrody kukurice siatej na zrno – hybrid DKC 4608.

Materiál a metódy

Maloparcelový pokus s kukuricou siatou, hybrid DKC 4608, bol založený na stredne ťažkej pôde v lokalite

Kaplná. Ide o veľmi suchý, veľmi teplý, nížinný región. Pokus s kukuricou siatou mal 7 variantov a štvornásobné opakovanie. Predplodinou bola repka ozimná (*Brassica napus* L.). Príprava pôdy bola vykonaná konvenčne. Parcela bola na jeseň zoraná a na jar rozrobená pomocou kompaktora. Sejbu bola realizovaná 1. apríla v roku 2014 a 4. apríla v roku 2015 8-riadkovou sejačkou Monosem, ktorou bol zároveň aplikovaný aj mikrogranulát Microstart G10 (5 : 13 : 5). Močovinu bola aplikovaná pri plečkovani. Zostavených bolo 7 variantov, pričom výmera jedného variantu predstavovala 900 m² a každý variant mal 4 opakovania. Aplikácia pesticídov a listových hnojív bola vykonaná postrekačom NAPA mamut so záberom 18 m. Pokusné plochy boli počas vegetácie proti burinám, chorobám a škodcom ošetrované jednotným spôsobom. V tabuľke 6 sú uvedené termíny hlavných agrotechnických zásahov.

Hnojivo Microstart G10 sa aplikovalo pod päť. Použilo sa pri základnom hnojení v dávke 30 kg.ha⁻¹ (varianty 3 až 7), v kombinácii s hnojivom POLIDAP NP(S) (18:46:5) na variantoch 3 a 4. Na základné hnojenie na variante 2 bolo aplikované hnojivo POLIDAP v dávke 150 kg.ha⁻¹ a na variante 4 kombinácia Microstart G10 v dávke 30 kg.ha⁻¹ s ½ dávkou hnojiva POLIDAP (75 kg.ha⁻¹). Prihnojenie kukurice počas vegetačného obdobia sa uskutočnilo pri plečkovani. Varianty 2 až 6 boli vyhnojené močovinou (46 % N) v dávke 250 kg.ha⁻¹. Varianty 1 a 7 sa oplečkovali, ale dusík sa neaplikoval. Na variant 6 sa v štádiu šiestich listov aplikovalo foliárne hnojivo Rizoflower L7 (NP + mikroelementy + glukohumínová zložka) v dávke 3 kg.ha⁻¹. Na variant 7 bol aplikovaný mikrogranulát Microstart G10 v dávke 30 kg.ha⁻¹.

Pri kukurici siatej v deň hnojenia (plečkovania) bolo odobratých 30 rastlín rastúce v rade za sebou. Odber sa uskutočnil z každého variantu a opakovania. Zistila sa hmotnosť vytvorenej sušiny nadzemnej fytohmoty a stanovili sa obsahy makroelementov N, P, K, Ca Mg, S a mikroelementov Zn, Fe, Mn, Cu. Vo fáze technologickej zrelosti BBCH 82 sa porast kukurice na zrno pokosil kombajnom Class 580, adaptér Oros E 750 so šírkou žacej lišty 6 riadkov. Vegetatívna a generatívna hmota sa zväžila, zrná sa následne prečistili. Odpad sa pripočítal k vegetatívnej hmote a vyjadřila sa reálna generatívna a vegetatívna úroda. V zrne kukurice sa stanovili obsahy N, P, K, Ca, Mg, S, a obsah sušiny, a HTZ. Schéma aplikovaných druhov hnojív je uvedená v tabuľke 3 a schéma použitých dávok hnojív a čistých živín v tabuľke 4 a 5.

Z agrochemických analýz vyplýva (tabuľka 1), že pokusné stanovisko v r. 2014 malo v hĺbke 0 – 0,3 m neutrálnu pôdnu reakciu a stredný obsah humusu. Analyzovaná pôdna vzorka mala nízku zásobu N_{an}, P, S, Zn, Fe a Mn. Obsah prístupného K, Ca a Cu bol dobrý. Zistený obsah Mg v pôdnej vzorke bol veľmi vysoký. V hĺbke 0,3 – 0,6 m mala pôda neutrálnu pôdnu reakciu a stredný obsah humusu. Obsah P, S, Zn, Fe a Mn bol nízky. Obsah K bol vyhovujúci a obsah Ca a Cu dobrý. Obsah Mg bol veľmi vysoký.

Z agrochemických analýz vyplýva (tabuľka 2), že pokusné stanovisko v roku 2015 malo v hĺbke 0 – 0,3 m neutrálnu pôdnu reakciu a stredný obsah humusu. Analyzovaná pôdna vzorka mala strednú zásobu anorganického N_{an}, Ca, S, Zn, Fe, Cu. Obsah prístupného K bol dobrý. Obsah Mn bol nízky. Zistený obsah Mg v pôdnej vzorke bol veľmi vysoký. V hĺbke 0,3 – 0,6 m mala pôda neutrálnu pôdnu reakciu a stredný obsah humusu. Obsah N_{an}, Ca, S, Zn, Fe bol

Tabuľka 1: Agrochemický rozbor pôdy pred založením pokusu (rok 2014)

Table 1: Agrochemical soil analysis before setting the experiment (year 2014)

| Druh rozboru pôdy (1) | Obsah živín (mg.kg ⁻¹) v hĺbke 0 – 0,3 m (2) | Obsah živín (mg.kg ⁻¹) v hĺbke 0,3 – 0,6 m (3) |
|---|--|--|
| N _{an} – anorganický dusík = N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ (4) | 8,2 – nízky (16) | 10,6 – stredný |
| P – prístupný (Mehlich III – kolorimetricky) (5) | 46,3 – nízky | 32,5 – nízky |
| K – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (6) | 222,5 – dobrý (17) | 175,0 – vyhovujúci (21) |
| Mg – prístupný (Mehlich III – AAS) (7) | 438,2 – veľmi vysoký (18) | 422,9 – veľmi vysoký |
| Ca – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (8) | 4 740 – dobrý | 3 330 – dobrý |
| S – v roztoku octanu amónneho (9) | 15,0 – nízky | 12,5 – nízky |
| Zn – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (10) | 0,93 – nízky | 0,91 – nízky |
| Fe – prístupné (Mehlich III – plameňová fotometria) (11) | 5,21 – nízky | 4,42 – nízky |
| Mn – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (12) | 2,86 – nízky | 3,32 – nízky |
| Cu – prístupná (Mehlich III – plameňová fotometria) (13) | 1,75 – dobrý | 1,98 – dobrý |
| pH/KCl (0,2 mol.dm ⁻³ KCl) (14) | 7,12 – neutrálne (19) | 7,06 – neutrálne |
| Obsah humusu v % (15) | 2,60 – stredný (20) | 2,56 – stredný |

(1) type of soil analysis, (2) content of available nutrients (mg.kg⁻¹) in depth 0 – 0.3 m, (3) content of available nutrients (mg.kg⁻¹) in depth 0.3 – 0.6 m (4) N_{an} = N_{min} = mineral nitrogen, colorimetry, (5) P – available (Mehlich III – colorimetry), (6) K – available (Mehlich III – flame photometry), (7) Mg – available (Mehlich III – AAS), (8) Ca – available (Mehlich III – flame photometry), (9) S – in ammonium acetate solution, (10) Zn – available (Mehlich III – flame photometry), (11) Fe – available (Mehlich III – flame photometry), (12) Mn – available (Mehlich III – flame photometry), (13) Cu – available (Mehlich III – flame photometry), (14) exchangeable soil reaction, (15) content of humus in %, (16) low, (17) good, (18) very high, (19) neutral, (20) medium, (21) satisfying

Tabuľka 2: Agrochemický rozbor pôdy pred založením pokusu (rok 2015)

Table 2: Agrochemical soil analysis before setting the experiment (year 2015)

| Druh rozboru pôdy (1) | Obsah živín (mg.kg ⁻¹) v hĺbke 0 – 0,3 m (2) | Obsah živín (mg.kg ⁻¹) v hĺbke 0,3 – 0,6 m (3) |
|---|--|--|
| N _{an} – anorganický dusík = N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ (4) | 15,0 – stredný (16) | 15,0 – stredný |
| P – prístupný (Mehlich III – kolorimetricky) (5) | 58,0 – vyhovujúci (17) | 30,0 – nízky |
| K – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (6) | 257,0 – dobrý (18) | 244,0 – dobrý |
| Mg – prístupný (Mehlich III – AAS) (7) | 405,0 – veľmi vysoký (19) | 424,0 – veľmi vysoký |
| Ca – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (8) | 2 320 – stredný | 2 400 – stredný |
| S – v roztoku octanu amónneho (9) | 20,0 – stredný | 37,5 – stredný |
| Zn – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (10) | 2,1 – stredný | 1,1 – stredný |
| Fe – prístupné (Mehlich III – plameňová fotometria) (11) | 13,5 – stredný | 8,6 – stredný |
| Mn – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (12) | 8,5 – nízky (20) | 5,9 – nízky |
| Cu – prístupná (Mehlich III – plameňová fotometria) (13) | 2,4 – stredný | 2,8 – vysoký |
| pH/KCl (0,2 mol.dm ⁻³ KCl) (14) | 6,9 – neutrálne (21) | 6,8 – neutrálne |
| Obsah humusu v % (15) | 2,6 – stredný | 2,1 – stredný |

(1) type of soil analysis, (2) content of available nutrients (mg.kg⁻¹) in depth 0 – 0.3 m, (3) content of available nutrients (mg.kg⁻¹) in depth 0.3 – 0.6 m (4) N_{an} = N_{min} = mineral nitrogen, colorimetry, (5) P – available (Mehlich III – colorimetry), (6) K – available (Mehlich III – flame photometry), (7) Mg – available (Mehlich III – AAS), (8) Ca – available (Mehlich III – flame photometry), (9) S – in ammonium acetate solution, (10) Zn – available (Mehlich III – flame photometry), (11) Fe – available (Mehlich III – flame photometry), (12) Mn – available (Mehlich III – flame photometry), (13) Cu – available (Mehlich III – flame photometry), (14) exchangeable soil reaction, (15) content of humus in %, (16) medium, (17) satisfying, (18) good, (19) very high, (20) low, (21) neutral

Tabuľka 3: Aplikované druhy hnojív vo variantoch hnojenia

Table 3: Fertilizers applied at treatments of fertilization

| Variant (1) | Aplikované hnojivá (2) | |
|-------------|------------------------|--------------------------|
| | základné hnojenie (3) | produkčné hnojenie (4) |
| 1 | – | – |
| 2 | POLIDAP | močovina (5) |
| 3 | POLIDAP + G10 | močovina |
| 4 | ½ POLIDAP + G10 | močovina |
| 5 | Microstart G10 | močovina |
| 6 | Microstart G10 | močovina + Rizoflower L7 |
| 7 | Microstart G10 | – |

(1) treatment, (2) applied fertilizers, (3) basic fertilization, (4) productive fertilization, (5) urea

Tabuľka 4: Dávky použitých hnojív v pokuse s kukuricou siatou

Table 4: Doses of used fertilizers in experiment with corn

| Variant (1) | Dávka hnojiva (2) | | | |
|-------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| | Microstart G10 (kg.ha ⁻¹) | Polidap (kg.ha ⁻¹) | močovina (3) (kg.ha ⁻¹) | Rizoflower L7 (kg.ha ⁻¹) |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 150 | 250 | 0 |
| 3 | 30 | 150 | 250 | 0 |
| 4 | 30 | 75 | 250 | 0 |
| 5 | 30 | 0 | 250 | 0 |
| 6 | 30 | 0 | 250 | 3 |
| 7 | 30 | 0 | 0 | 0 |

(1) treatment, (2) dosage of fertilizers, (3) urea

Tabuľka 5: Dávky čistých živín v kg.ha⁻¹ v pokuse s kukuricou siatou

Table 5: Doses of nutrients (in kg.ha⁻¹) in experiment with corn

| Variant (1) | Dávky živín v kg.ha ⁻¹ (2) | | |
|-------------|---------------------------------------|-------|------|
| | N | P | K |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 142 | 30,36 | 0 |
| 3 | 143,5 | 32,08 | 1,25 |
| 4 | 130 | 15,18 | 1,25 |
| 5 | 116,5 | 1,72 | 1,25 |
| 6 | 116,74 | 2,01 | 1,25 |
| 7 | 1,5 | 1,72 | 1,25 |

(1) treatment, (2) dose of nutriment in kg.ha⁻¹

Tabuľka 6: Termíny hlavných agrotechnických zásahov

Table 6: The dates of main agrotechnical interventions

| Agrotechnická operácia (1) | Pestovateľský rok 2014 (5) | Pestovateľský rok 2015 (6) |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Založenie pokusu (2) | 01.04.2014 | 04.04. 2015 |
| Hnojenie (3) | BBCH 13 | 11.05.2015 |
| | BBCH 16 | 17.05. 2015 |
| Zber (4) | 05.11.2014 | 07.11. 2015 |

(1) agrotechnical operation, (2) setting the experiment, (3) fertilization, (4) harvest, (5) year 2014, (6) year 2015

stredný. Obsah P a Mn bol nízky. Obsah K dobrý a obsah Mg veľmi vysoký.

Výber správneho hybridu kukurice patrí medzi najdôležitejšie pestovateľské opatrenia. Pri rozhodovaní je dôležité zohľadniť predovšetkým účel pestovania, výrobnú oblasť, teplotné a pôdne podmienky stanovišťa, agrotechniku, vybavenie poľnohospodárskeho podniku príslušnou technikou (2). Hybrid DKC 4608 od spoločnosti Dekalb je stredne skorý a stredne vysoký hybrid s číslom FAO 380. Odporúčaný výsevok daného hybridu sa pohybuje v rozmedzí od 65 do 72 tisíc jedincov na hektár. Suchovzdorný hybrid s vysokým úrodovým potenciálom je určený do kukuričnej, prípadne repnej výrobnéj oblasti. Vyznačuje sa stabilitou v rámci rôznych ročníkov, je odolný voči listovým chorobám a prísušku (12).

Výsledky a diskusia

Priebeh poveternostných podmienok v roku 2014 bol pre rast a vývin kukurice sietej optimálny. Sejba sa realizovala včas a rozdelenie zrážok bolo priaznivé. Sejba sa uskutočnila v prvej dekáde apríla, takže bola splnená základná požiadavka kukurice, ktorá ako teplomilná plodina vyžaduje minimálnu teplotu pri klíčení 6 °C (10). Hlavným

predpokladom úspešného prekonania suchého obdobia pri pestovaní kukurice je jej rovnomerné vzhádzanie, rýchle zapojenie porastu a vytvorenie dostatočného objemu koreňov. Kukurica, hlavne neskoršie hybridy, vytvárajú mohutný koreňový systém, čo umožňuje využívanie vody i živín z hlbších vrstiev pôdy. Na vytvorenie požadovanej koreňovej sústavy kukurice, ktorá už v začiatkových štádiách rastu v najväčšej miere vplyva na úspešnosť celkovej technológie pestovania má optimalizovanie fosfátového režimu v pôde výrazný vplyv. Zvýšené nároky na vlahu má kukurica približne do polovice júla, kým si nevybuduje dostatočne mohutnú, hlboko siahajúcu koreňovú sústavu. Podľa Masnicu a Mazúra (9) by mal byť úhrn zrážok počas vegetácie minimálne 300 mm a ročný úhrn by mal presahovať 500 mm. Dôležité je najmä ich rozdelenie, vzhľadom na kritické obdobie rastu a vývinu kukurice, a to predovšetkým v generatívnej fáze (9). Hnat (6) uvádza skutočnosť, že pre kukuricu je škodlivejší nedostatok zrážok, najmä v období kvitnutia a formovania generatívnych orgánov, ako jej nadbytok. Bláha (1) považuje sucho za limitujúci stresor pre rastliny. Štatistické vyhodnotenie úrod zrna kukurice sietej v pokusnom roku je uvedená v tabuľke 7.

Tabuľka 7: Dosiiahnuté úrody zrna kukurice siatej v pokusnom roku 2014

Table 7: Reached yields of corn grain in experimental year 2014

| Variant (1) | Úroda v t.ha ⁻¹ (2) | | |
|-------------|--------------------------------|-----------------|--------|
| | 2014 | relatívne % (3) | |
| 1 | 6,97 a | 100,00 | – |
| 2 | 10,55 cd | 151,4 | 100,00 |
| 3 | 11,03 e | 158,2 | 104,55 |
| 4 | 11,08 e | 158,9 | 105,02 |
| 5 | 9,990 c | 143,3 | 94,70 |
| 6 | 10,28 c | 147,5 | 97,44 |
| 7 | 8,980 b | 128,8 | – |
| LSD | +/- 0,62 | – | – |

(1) treatment, (2) yield (t.ha⁻¹), (3) relatively %

Averages indicated by different letters are statistically significantly different on the significance level of $\alpha \leq 0.05$ (small letters)

Tabuľka 8: Dosiiahnuté úrody zrna kukurice siatej v pokusnom roku 2015

Table 8: Reached yields of corn grain in experimental year 2015

| Variant (1) | Úroda v t.ha ⁻¹ (2) | | |
|-------------|--------------------------------|-----------------|--------|
| | 2015 | relatívne % (3) | |
| 1 | 2,9 a | 100,00 | – |
| 2 | 6,7 d | 231,0 | 100,00 |
| 3 | 7,8 e | 268,9 | 116,4 |
| 4 | 7,77 e | 267,9 | 115,9 |
| 5 | 6,07 c | 209,3 | 209,3 |
| 6 | 6,8 d | 234,5 | 234,5 |
| 7 | 3,37 b | 116,2 | – |
| LSD | +/- 0,28 | – | – |

(1) treatment, (2) yield (t.ha⁻¹), (3) relatively %

Averages indicated by different letters are statistically significantly different on the significance level of $\alpha \leq 0.05$ (small letters)

Úspešnosť pestovania plodín je v úzkom prepojení s úrovňou výživy, ktorá musí byť synchronizovaná so zdrojmi živín z pôdnej zásoby a hnojív (5). Dosiiahnutá úroda zrna kukurice siatej, hybrid DKC 4608 sa na sledovaných variantoch výživy v pestovateľskom roku 2014 pohybovala v rozpätí od 6,97 t.ha⁻¹ (variant 1 – kontrolný variant) po 11,08 t.ha⁻¹ (variant 4). Dosiiahnutá priemerná úroda zrna kukurice predstavuje v priemere za všetky sledované varianty výživy 9,78 t.ha⁻¹. Štatisticky preukazne najnižšia úroda zrna kukurice vo výživárskom pokuse v roku 2014 bola dosiahnutá na kontrolnom, nehnojenom variante 1 (6,97 t.ha⁻¹). Minerálne hnojenie (Polidap + Močovina) na variante 2 štatisticky preukazne zvýšilo úrodu zrna v porovnaní s nehnojeným variantom 1. Spoločná aplikácia Polidap-u (NP hnojivo) s glukohumátom (Microstart G10) sa prejavila pozitívne na dosiahnutej výške úrody zrna kukurice. Spoločnou aplikáciou minerálnej NP výživy s glukohumátmi sa dosiahlo štatisticky preukazné zvýšenie úrody o 4,5 % (Variant 3). Na variante 4 bola dosiahnutá najvyššia úroda zrna kukurice zo všetkých sledovaných pokusných variantov, hoci toto zvýšenie úrody nebolo štatisticky preukazné v porovnaní s variantom 3 (Polidap + Microstart G10 + Močovina). Na variante 4 bola dávka Poliap-u znížená o ½ a mikrogranulát Microstart G10 bol aplikovaný pod päťu v odporúčanej dávke 30 kg.ha⁻¹. Na tomto variante bolo zaznamenané štatisticky preukazné zvýšenie úrody o takmer 5,0 % v porovnaní s variantom 2. Sóló aplikácia glukohumátov vo forme Microstartu G10 pri základnom hnojení kukurice na variante 7 spôsobila

štatisticky preukazné zvýšenie úrody zrna v porovnaní s kontrolným variantom o 2,01 t.ha⁻¹, čo v relatívnom percentuálnom vyjadrení činí nárast o 28,8 %. Kukurica na variante 7 bola vplyvom nedostatku dusíka v porovnaní s ostatnými variantmi najnižšieho vzrastu, čo potvrdzuje všeobecne známy poznatok, že nedostatok živín sa na rastlinách prejavuje v znížení dynamiky nárastu nadzemnej aj podzemnej fytohmoty (4). Na variante 5 s aplikovanou základnou výživou prostredníctvom hnojiva Microstart G10 v kombinácii s príhnojovacou dávkou močoviny bola zaznamenaná úroda 9,98 t.ha⁻¹, čo predstavuje nárast o 1,01 t.ha⁻¹, teda zvýšenie o 11,3 % v porovnaní s variantom 7 (aplikácia len Microstart G10). Dosiiahnuté zvýšenie úrody bolo štatisticky preukazné a potvrdzuje nevyhnutnosť aplikácie dusíkatých hnojív v správnom čase a potrebnom množstve. Priaznivý stimulačný efekt aplikovaných glukohumátov pri základnom hnojení kukurice v kombinácii s príhnojovacou dávkou močoviny (variant 5) počas vegetácie spôsobil zvýšenie úrody o 3,01 t.ha⁻¹ v porovnaní s nehnojenou kontrolou, čo v relatívnom percentuálnom vyjadrení činí nárast o 43,2 %. Takmer identické navýšenie úrody (o 3,37 t.ha⁻¹) bolo zaznamenané aj na variante 6, kde sa okrem základnej výživy realizovanej hnojivom Microstart G10 a príhnojovacej dávky močoviny aplikovalo aj listové hnojivo Rizoflower L7 v dávke 3 kg.ha⁻¹. Aplikácia glukohumátov v kvapalnej forme (Rizoflower L7) mala priaznivý, hoci štatisticky nepreukazný, vplyv na zvýšenie úrody zrna o 2,9 % v porovnaní s variantom 5, na ktorý sa neaplikoval glukohumát.

Tabuľka 9: Sledované parametre zrna kukurice sietej
Table 9: Monitored parameters of corn grain

| Variant (1) | HTZ (g) (2) | Rel. % (3) | HTZ (g) | Rel. % |
|--------------------------------------|-------------|------------|-----------|--------|
| | rok 2014 | – | rok 2015 | – |
| 1 _{Kontrola} | 369,5 a | 100,0 | 247,8 a | 100,0 |
| 2 _{NP + močovina} | 389,8 b | 105,5 | 272,0 bc | 109,7 |
| 3 _{G10 + NP + močovina} | 394,8 bc | 106,8 | 291,2 e | 117,5 |
| 4 _{G10 + 1/2 NP + močovina} | 390,3 bc | 105,6 | 284,1 de | 114,6 |
| 5 _{G10 + močovina} | 398,9 c | 107,9 | 262,8 b | 106,0 |
| 6 _{G10 + močovina + L7} | 396,4 bc | 107,3 | 274,7 cd | 110,8 |
| 7 _{G10} | 397,7 bc | 107,6 | 282,2 cde | 113,8 |
| Hd _{0,05} | +/-8,75 | – | +/-10,55 | – |

(1) treatment, (2) thousand grain weight, (3) relatively %

Averages indicated by different letters are statistically significantly different on the significance level of $\alpha \leq 0.05$ (small letters)

Pestovateľský rok 2015 bol pre pestovanie kukurice sietej menej priaznivý. Táto skutočnosť úzko súvisela s nepriaznivým rozdelením úhrnu zrážok počas vegetačného obdobia v termínoch, ktoré boli z hľadiska formovania úrodovných ukazovateľov najdôležitejšie. Štatistické vyhodnotenie úrod zrna kukurice sietej je uvedené v tabuľke 8. Dosažená úroda zrna kukurice sa pohybovala v rozpätí od 2,9 t.ha⁻¹ (kontrolný variant 1) do 7,8 t.ha⁻¹ (kombinovaný variant 3). Štatisticky preukazne najnižšia úroda zrna kukurice vo výživárskom pokuse v roku 2015 sa dosiahla na kontrolnom variante 1 (2,9 t.ha⁻¹). Aplikácia minerálneho NPK hnojiva na variante 2 štatisticky preukazne zvýšila úrodu zrna kukurice v porovnaní s nehnojeným variantom 1 (o 3,8 t.ha⁻¹). Priaznivý stimulačný efekt spoločnej aplikácie NP hnojiva s Microstartom G10 sa prejavil pozitívne na obidvoch kombinovaných variantoch (varianty 3 a 4). Najvyššiu úrodu zrna kukurice bola v sledovanom roku 2015 zaznamenaná na variante 3. Vplyvom kombinácie NP hnojiva (Polidap) aplikovaného v dávke 150 kg.ha⁻¹ spolu s mikrogranulátom Microstart G10 v dávke 30 kg.ha⁻¹ na variante 3 sa úroda zrna kukurice, v porovnaní s variantom 2 štatisticky preukazne zvýšila o 1,1 t.ha⁻¹, čo v relatívnom percentuálnom vyjadrení predstavuje nárast o 16,4 %. V poradí druhá najvyššia úroda zrna kukurice bola zistená na kombinovanom variante 4, kde sa dávka NP hnojiva znížila o 1/2 a mikrogranulát Microstart G10 sa aplikoval pod päťu v dávke 30 kg.ha⁻¹. Zvýšenie úrody zrna kukurice predstavuje v percentuálnom vyjadrení nárast o 15,9 % v porovnaní s výživárskym variantom so samostatne aplikovaným NP hnojením (variant 2). Sóló aplikácia glukohumátov vo forme Microstartu G10 pri základnom hnojení na variante 7 spôsobila štatisticky preukazné zvýšenie úrody v porovnaní s kontrolným variantom o 0,47 t.ha⁻¹, čo v relatívnom percentuálnom vyjadrení činí nárast o 16,2 %. Aplikácia dusíka pri plečkovani v kombinácii so základným hnojením realizovaným hnojivom Microstart G10 (variant 5) výrazne zvýšila úrodu zrna v porovnaní so sóló aplikáciou Microstartu G10 o 2,7 t.ha⁻¹. Na variante 6 sa k aplikovanej základnej výžive (Microstart G10) v štádiu 6–7 listov BBCH 16–17 aplikovalo okrem prihnojenia močovinou aj listové hnojivo Rizoflower L7 v odporúčanej dávke 3 kg.ha⁻¹. V porovnaní s variantom 5, kde bolo základné hnojenie a prihnojenie močovinou identické, sa vplyvom aplikácie Rizofloweru v roku 2015 štatisticky preukazne zvýšila úroda zrna o 0,73 t.ha⁻¹, čo v relatívnom percentuálnom vyjadrení predstavuje zvýšenie o 12,0 %. Účinok listovej aplikácie glukohumátov for-

mu Rizofloweru L7 sa v suchom roku 2015 prejavil najvýraznejšie. Na základe dosiahnutých výsledkov možno poukázať na výrazný vplyv zrážkových pomerov v priebehu vegetačného obdobia kukurice pri hodnotení účinnosti listového hnojiva s obsahom glukohumátov.

Vplyv variantov výživy na dosiahnutú hmotnosť tisíc zrn (HTZ) kukurice sietej na zrno

Dosažené hodnoty hmotnosti tisíc zrn (HTZ) kukurice sietej v pestovateľských rokoch 2014 a 2015 sú uvedené v tabuľke 9. Hmotnosť tisíc zrn môže byť ovplyvnená viacerými faktormi, predovšetkým však priebehom počasia a efektívnymi teplotami využiteľnými pre rast kukurice, ktoré ovplyvňujú nielen fotosyntetickú aktivitu rastliny, ale aj distribúciu asimilátov medzi vegetatívnymi časťami rastlín a zrnou (7). V roku 2014 bolo počasia aj rozdelenie úhrnu zrážok pre kukuricu priaznivé, čo sa odrazilo aj vo vyšších hodnotách HTZ. Najnižšia HTZ bola nameraná na kontrolnom nehnojenom variante. Machul a Księżak (8) uvádzajú, že hnojenie dusíkom má signifikantný vplyv na nárast HTZ, čo sa potvrdilo aj v našom overovaní. Hodnotiac dosiahnuté výsledky v roku 2014 môžeme konštatovať, že na všetkých sledovaných variantoch výživy bolo zaznamenané štatisticky preukazné zvýšenie priemernej hmotnosti tisíc zrn v porovnaní s kontrolným variantom 1. Hodnota HTZ na nehnojenom variante bola 369,5 g. Na hnojených variantoch sa hodnoty pohybovali od 389,8 g (variant 2) do 398,9 g (variant 5).

V roku 2015 sa dosiahli nižšie hodnoty HTZ, ktoré boli zapríčinené nepriaznivým priebehom počasia počas vegetačného obdobia kukurice.

Záver

Pestované plodiny sa vyznačujú určitým úrodovým potenciálom, teda výškou úrody, ktorú sú schopné prinieŤ, ak sú splnené všetky ich požiadavky, vrátane podmienok prostredia. V reálnych podmienkach sa stáva, že aj pri výborne zvládnutej agrotechnike sú úrody plodín značne kolísavé. Počas vegetačného obdobia sa objavujú periódy značne vzdialené od optima, kedy sa v rastline indukuje stres buď priamo alebo nepriamo. Vo všeobecnosti je možné očakávať prejavenie výraznejšieho pozitívneho efektu hnojív so stimulačným účinkom v menej priaznivých rokoch (11). Pestovateľský rok 2014 možno charakterizovať ako relatívne priaznivý, nakoľko úrody plodín boli nadpriemerné na väčšine pestovateľského územia Slovenska. Niektoré

lokality boli ovplyvnené nestálym počasím a nevyrovnanými zrážkami. V lokalite, kde bol založený poloprevádzkový pokus s kukuricou siatou bolo rozloženie zrážok takmer optimálne a teploty primerané, čo sa odrazilo aj na výške dosiahnutých úrod hnojených variantov.

Najvyššia úroda zrna kukurice siatej 11,08 t.ha⁻¹ bola dosiahnutá na variante 4, kde bola použitá ½ dávka Polidapu s mikrogranulátom Microstart G10 v dávke 30 kg.ha⁻¹ a močovinou v dávke 250 kg.ha⁻¹. Úroda zrna 11,03 t.ha⁻¹ bola zaznamenaná na variante 3, kde bola aplikovaná najvyššia dávka dusíka (143,5 kg.ha⁻¹ N) v kombinácii s Microstartom G10. Na variante 2 (142 kg.ha⁻¹ N) bola dosiahnutá úroda 10,55 t.ha⁻¹. Variant 2 bol hnojený bez použitia glukohumátov. Pri porovnaní variantov 2, 3 a 4 možno konštatovať, že kombinácia minerálneho hnojenia s glukohumátmi (variant 3 a 4) má pozitívny vplyv na úrodu zrna kukurice siatej, pretože v obidvoch prípadoch bolo zistené zvýšenie úrody zrna. Zvýšenie úrod bolo v ročníku 2014 štatisticky preukazné a predstavuje 5,02 % (variant 4) a 4,55 % (variant 3) v porovnaní s variantom 2. Na variant 5 a 6 sa aplikovalo zhodne 116,5 kg.ha⁻¹ dusíka. Rozdiel bol v použití listového hnojiva na variante 6 v BBCH 16. Aplikácia hnojiva na báze glukohumátov Rizoflower L7 sa prejavila zvýšením úrody v porovnaní s variantom 5 o 3,8 %. Variant 1 bol nehnojený, kontrolný. Dosiahnutá úroda zrna kukurice 6,97 t.ha⁻¹ bola štatisticky preukazne najnižšia. Na variant 7 bol aplikovaný, v rámci základného hnojenia, Microstart G10 v odporúčanej dávke 30 kg.ha⁻¹ (1,5 kg.ha⁻¹ N). Úroda zrna kukurice bola na variante 7 štatisticky preukazne vyššia v porovnaní s variantom 1 o 2,01 t.ha⁻¹, čo predstavuje takmer 29 %.

Pestovateľský rok 2015 bol v sledovanej pokusnej lokalite pre kukuricu siatu nepriaznivý, čo sa odrazilo na výške dosiahnutej úrody v jednotlivých variantoch, ako aj výrazne nižšej hodnote HTZ. Dosiahnutá úroda v uvedenom roku predstavovala za všetky varianty priemernú úrodu 5,89 t.ha⁻¹. Tento výsledok súvisí s nepriaznivým rozdelením zrážok počas vegetácie. Celkový úhrn zrážok sa v pokusnej lokalite pohyboval na úrovni 554 mm a suma zrážok za vegetačné obdobie bola 365 mm. Napriek týmto hodnotám, ktoré sa považujú za vyhovujúce boli v mesiacoch jún a júl zaznamenané výrazné deficity zrážok, a to 66,6 mm v porovnaní s dlhodobým normálom. Najvyššia úroda zrna kukurice (7,8 t.ha⁻¹) bola zistená v sledovanom roku 2015 na variante 3 (NP hnojivo s Microstartom G10). Vplyvom kombinácie minerálneho NP hnojiva (Polidap) aplikovaného v spolu s glukohumátom Microstart G10 na variante 3 sa úroda zrna kukurice, v porovnaní s variantom 2, štatisticky preukazne zvýšila o 16,4 %. Druhá najvyššia úroda zrna kukurice bola dosiahnutá na kombinovanom variante 4 (1/2 NP + Microstart G10), kde zvýšenie úrody zrna kukurice predstavovalo, v percentuálnom vyjadrení, nárast o 15,9 % v porovnaní so samotne aplikovaným NP hnojením (variant 2). Na variante 6 sa k aplikovanej základnej výžive (Microstart G10) v štádiu 6–7 listov BBCH 16–17 aplikovalo okrem prihnojenia močovinou aj listové hnojivo Rizoflower L7 v odporúčanej dávke 3 kg.ha⁻¹. V porovnaní s variantom 5, kde bolo základné hnojenie a prihnojenie močovinou identické, sa vplyvom aplikácie Rizofloweru v roku 2015 štatisticky preukazne zvýšila úroda zrna o 12,0 %. Účinok listovej aplikácie glukohumátov formou Rizofloweru L7 sa v suchom roku 2015 prejavil najvýraznejšie. Najvýraznejšie zvýšenie úrody zrna kukurice vplyvom aplikácie listovej výživy v podobe Rizofloweru L7 bolo dosiahnuté práve v najsuchšom roku 2015.

Literatúra

- (1) BLÁHA, L. et al. 2003. Rostlina a stres. Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2003. 156 s. ISBN 80-86555-32-1.
- (2) FUSKA et al. 2006. Produkční charakteristiky různě ranních hybridů kukurice. In Úroda, roč. 4, 2006, č. 3, s. 24–26. ISBN 0139-6013.
- (3) GÁBORÍK, Š. 2009. Zásady výživy a hnojenia kukurice. In Naše pole, roč. 8, 2009, č. 5, s. 14–15. ISBN 1335-2464.
- (4) GUTIÉRREZ-MICELI, F.A. et al. 2008. Sheep manure vermicompost supplemented with a native diazotrophic bacteria and mycorrhizas for maize cultivation. In Bioresource Technology, vol. 99, 2008, no. 15, pp. 7020–7026.
- (5) HANÁČKOVÁ, E. – CANDRÁKOVÁ, E. 2013. Možnosti uplatnenia pestovateľských systémov jačmeňa siateho jarného v udržateľnom poľnohospodárstve, 1. vyd., Nitra : SPU, 2013. ISBN 978-80-552-1133-6.
- (6) HNÁT, A. – ŠARÍKOVÁ, D. 2011. Vplyv hybridu a výsevu na úrodu zrnovej kukurice. In Zborník príspevkov z II. vedeckej konferencie, Piešťany, 2011, s. 122–127. ISBN 978-80-89417-31-5.
- (7) MADDONNI, G. A., OTEGUI, M. E., BONHOMME, R. 1998. Grain yield components in maize II. Postsilking growth and kernel weight, In Field Crops Research, vol. 56, 1998, pp. 257–264.
- (8) MACHUL, M. – KSIĘŻAK, J. 2007. Evaluation of yielding of maize depending on pre-sowing soil cultivation and method of nitrogen doses in conditions of monoculture and crop rotation. In Fragm. Agron., vol. 24, 2007, no. 3, pp. 292–299.
- (9) MASNICA, M. – MAZÚR, M. 2005. Najdôležitejšie zásahy založenia kvalitného porastu kukurice [online]. 2018 [cit. 2018-09-22].
- (10) ZIMOLKA, J. et al. 2008. Kukurica – hlavná a alternatívna užitková sméř. Praha : Profi Press, 2008, s. 200. ISBN 978-80-86726-31-1.
- (11) ŽIVČÁK, M. 2013. Stimulačné a antistresovo pôsobiace prípravky: ako vlastne fungujú? In Naše Pole, roč. 4, 2013, č. 1, s. 47.
- (12) Kukurica Dekalb 2015. [online], 2018 [cit. 2018-09-22]. Dostupné na internete: < <http://www.dekalb.sk/documents/112107/170385/Katal%C3%B3g+kukurice+DEKALB+2015/3fa0a9e9-5062-4d7a-ba1f-fc27f7ee03847>>

doc. Ing. Ladislav Varga, PhD.,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Katedra agrochémie a výživy rastlín,
Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra,
tel.: 037/641 43 80,
e-mail: ladislav.varga@uniag.sk



Ilustračné foto