

Acta fytotechnica et zootecnica 4  
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 110–112

## VPLYV HNOJENIA A POVETERNOSTNÝCH PODMIENOK NA PRODUKCIU ZRNA KUKURICE SIATEJ INFLUENCE OF FERTILIZATION AND CLIMATIC CONDITIONS ON PRODUCTION GRAIN MAIZE

Jozef ŽEMBERY, Rastislav BUŠO

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika

On the basis of the field polyfactorial experiment results realized on the experimental base – Dolná Malanta in the years 2003–2006, the following conclusions are drawn. The influence of fertilization and atmospheric conditions expressed with value of the hydrothermic coefficient (HTC) on the yield of the maize hybrid LG 23.06 (FAO 310) was estimated. In the years 2003–2006, we rated an influence of the mentioned sources of variability on the yield of maize in years when the maximum corn yield ( $Y_{max}$  2006) and minimum corn yield ( $Y_{min}$  2003) was reached. In the year with  $Y_{min}$  we found that the interaction of sum of high temperatures (2838 °C) and sum of low rainfall (171.9 mm) negatively influenced the reached corn yield (8.38 t.ha<sup>-1</sup>). During the year, rainfall in August reached only 23.8 mm and the temperature sum was 687.4 °C, which resulted in the lower values of the corn yield. The highest yield of 8.75 t.ha<sup>-1</sup> was reached in the variant with AF. In the year with  $Y_{max}$  contrary tendencies were noticed and the results were statistically confirmed. The sum of the temperatures during the vegetation period reached 2581.6 °C and the rainfall 264.8 mm with yield of 10.64 t.ha<sup>-1</sup>. Results suggest the highest yields reached by the balance between the rainfall and the temperature during the vegetation period mainly during the month of August. The influence of the post harvest processing of crop and their interaction with artificial fertilizers in this year statistically insignificantly influenced the yield increase of about 0.82 t.ha<sup>-1</sup>. The mentioned tendencies confirm also the values of the hydrothermic coefficient (HTC), which was in this year expressively higher in the months of May – June and August in comparison with the results reached in the year with minimal yield, which confirms the reached results. During both the years with  $Y_{max}$  and  $Y_{min}$ , fertilization with the artificial fertilizers expressed positively. Statistically significant influence of the year was found between the years 2003–2004, 2003–2005, and 2004–2006.

**Key words:** maize, hydrothermic coefficient, fertilization, grain yield

Výživa rastlín, okrem priameho vplyvu na fotosyntézu, môže mať aj nepriamy vplyv najmä možnosťou zníženia transpirácie až o 50 % i viac. Bolo zistené, že spotreba vody rastlinami na vytvorenie jednotky sušiny sa znižuje tým viac, čím má rastlina k dispozícii optimálnejší obsah živín v pôde (Fecenko, 2003).

Kľúčovým faktorom výživy kukurice siatej na zrno je dusík z hnojív a z pôdnej zásoby, ktorý spolu s počasím a ďalšími faktormi rozhodujú o stabilite a výške produkcie zrna, pričom na úrodnejších pôdach s vyšším obsahom organickej hmoty sa uvoľňuje viac prístupných foriem dusíka, čo treba zohľadniť pri hnojení (Bízik a Balog, 1994).

Babulicová a i. (2004) najvyššiu úrodu zrna kukurice dosiahli vo variante s organicko-priemyselnými hnojivami. Z výsledkov Žembery a i. (2003) vyplýva, že hnojenie vo variante s aplikáciou priemyselných hnojív vplývalo vysoko preukazne na úrodu zrna. Pestovateľský ročník štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil úrodu zrna kukurice. Viacfaktorovou analýzou bol potvrdený preukazný vplyv medzi ročníkom 2001 a 2002.

Zo sledovania vplyvu termodynamických podmienok na úrodotvorné prvky a tvorbu úrody kukurice na zrno v rokoch 2001–2003 vyplýva, že chladný charakter počasia s prebytkom vlhky v pôde nepriaznivo vplýva na rovnomernosť klíčenia a vzchádzania (Žembery a i., 2005).

Zrážky a teploty pôsobia nielen svojím množstvom, ale hlavne rozdelením v priebehu vegetácie. Každá plodina má určité, presne definované nároky na optimálne rozdelenie klimatických faktorov. Porušenie tohto vzťahu sa prejaví v znížení úrod. Jedným z kritérií vhodnosti podmienok na tvorbu úrod plodín je výpočet a vyhodnotenie hydrotermického koeficientu ( $H_k$ ) v jednotlivých mesiacoch (fenofázových intervaloch) vegetácie. Pomocou týchto ukazovateľov možno charakterizovať agrokli-

matické podmienky tvorby úrod poľnohospodárskych plodín (Špánik a i., 2000).

Hydrotermický koeficient ( $H_k$ ) možno považovať len za orientačný ukazovateľ, ale z praktického hľadiska za dostatočne reprezentatívny ukazovateľ pre stanovenie podmienok teplotného a vlhového zabezpečenia plodín, vrátane kukurice siatej na zrno. Pre pestovanie kukurice siatej na zrno sú vhodné oblasti, kde je úhrn zrážok za rok viac ako 500 mm, z toho za vegetačné obdobie 300 mm. Najväčšie požiadavky na vodu má kukurica 10–15 dní pred kvitnutím po dobu asi 30 dní, potom v období opeľovania a vyplňovania zrn asimilátmi, t. j. v prvých etapách generatívnej fázy až do vaskovej zrelosti (Kurpelová, 1983).

Začiatkom vegetačného obdobia, t. j. v máji a v júni sú požiadavky kukurice siatej na vodu pomerne malé. Nižšia vlhkosť pôdy začiatkom vegetácie priaznivo vplýva na teplotný režim, čo pozitívne ovplyvňuje rozvoj koreňovej sústavy a tým sa vytvorí priaznivejšie podmienky pre čerpanie živín i z väčších hĺbok pôdneho profilu. Zvýšené nároky na vlahu sú medzi plnou vzchádzavosťou a fázou 5. listu. Koncom steblovania a v rastovej fáze klasenia (obdobie intenzívneho rastu) sa zvyšuje potreba vody na 3 mm denne. Najväčšie nároky na vodu má v období 10 dní pred a 25 dní po vymetaní. Úhrn zrážok v mesiaci jún by mal byť 70–80 mm, v júli 100–120 mm a v auguste 70–80 mm (Karabínová a i., 2001).

Cieľom príspevku je zhodnotiť vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na úrodu kukurice siatej na zrno (hybrid LG 23.06).

### Materiál a metódy

Poľný polyfaktorový pokus bol založený v rokoch 2003–2006 na Experimentálnej báze FAPZ SPU v Nitre – Dolná Malanta.

Geograficky sa územie nachádza v západnej časti Žitavskej pahorkatiny, má rovinný charakter s nadmorskou výškou 175 m n. m.

Pôdny typ je hnedozem na prolúviálnych zasprašovaných sedimentoch, subtyp hnedozem kultizemná (HMa). Obsah humusu je v rozmedzí 1,95–2,60 % (Tjurin), výmenná pôdna reakcia pH (KCl) je od 5,03 do 5,69 (Hanes a i., 1993). Obsah P je 41,0–79,0 mg.kg<sup>-1</sup> (Mehl. II), obsah K 162,0–202,0 mg.kg<sup>-1</sup> (Mehl. II), obsah Mg 186,0–246,0 mg.kg<sup>-1</sup> (Mehl. II).

Územie patrí do agroklimatickej oblasti veľmi teplej so sumou priemerných denných teplôt vzduchu (TS ≥ 10 °C) za hlavné vegetačné obdobie 3 000 °C a viac. Agroklimatická podoblasť je veľmi suchá s ukazovateľom zavláženia v letných mesiacoch (K<sub>VI–VIII</sub> = 150 mm), čo zaraďuje stanovište k najsuchším.

V pokuse bol použitý stredne skorý hybrid LG 23.06 (FAO 310), typ zrna dentiformis.

Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Spôsoby základného obrábania pôdy: B1 – konvenčná príprava pôdy (stredne hlboká orba 0,20–0,25 m), B2 – plytká orba (do hĺbky 0,15–0,18 m), B3 – minimalizovaná príprava pôdy (tanierovanie do hĺbky 0,10–0,15 m). V rámci variantov hnojenia boli použité hladiny živín: 0 – bez hnojenia, PH – hnojenie priemyselnými hnojivami na úrodovú hladinu 7 t.ha<sup>-1</sup>, PH + PZ (ďalej PZ) – hnojenie priemyselnými hnojivami a pozberové zvyšky predplodiny v množstve 5,0 t sušiny.ha<sup>-1</sup>.

Hodnotenie úrod kukurice siatej na zrno je bez ohľadu na spôsoby obrábania pôdy. Predplodinou kukurice siatej na zrno bol hrach siaty + medziplodina horčica biela. Vo všetkých rokoch pokusu bola hĺbka sejby 60–100 mm, medziriadková vzdialenosť 700 mm.

Hydrotermický koeficient ( $H_k$ ) bol vypočítaný podľa vzťahu (Kurpelová 1983):

$$H_k = \frac{\sum z}{0,1 \cdot \sum t}$$

kde:

$H_k$  – hydrotermický koeficient v intervale (mesiac vegetácie)

$\sum z$  – úhrn zrážok v sledovanom intervale (mm)

0,1 – koeficient prepočtu

$\sum t$  – suma priemerných denných teplôt vzduchu v sledovanom intervale (°C)

Hodnoty  $\sum z$  a  $\sum t$  v rokoch pokusu s maximálnou ( $Y_{max}$  – 2006) a minimálnou úrodou ( $Y_{min}$  – 2003) boli vypočítané od termínu sejby (23. 4. 2003, resp. 3. 5. 2006) po zber (9. 9. 2003, resp. 20. 9. 2006).

**Tabuľka 1** Hydrotermický koeficient v rokoch s  $Y_{min}$  a  $Y_{max}$

Rok (1)	Ukazovateľ (2)	Mesiace vegetácie (6)						Suma za vegetáciu (7)	Úroda zrna v t.ha <sup>-1</sup> (8)
		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.		
2003 ( $Y_{min}$ )	$\sum t$ v °C (3)	129,4	582,1	639,2	658,5	687,4	141,4	2 838	–
	$\sum z$ v mm (4)	5,0	44,5	6,5	92,0	23,8	0,1	171,9	8,38
	$H_k$ (5)	0,386	0,764	0,102	1,397	0,346	0,007	–	–
2006 ( $Y_{max}$ )	$\sum t$ v °C (3)	–	415,7	574,5	701,2	535,6	354,6	2 581,6	–
	$\sum z$ v mm (4)	–	80,5	63,9	23,7	84,0	12,7	264,8	10,46
	$H_k$ (5)	–	1,936	1,112	0,338	1,568	0,358	–	–

**Table 1** Hydrothermic coefficient in the years with  $Y_{min}$  and  $Y_{max}$

(1) year, (2) parameter, (3) sum of temperatures, (4) sum of rainfall, (5) hydrothermic coefficient, (6) month of vegetation, (7) sum of vegetation, (8) grain yield

## Výsledky a diskusia

Z hľadiska poveternostných podmienok bol ročník 2003 pre rastlinnú výrobu, vrátane kukurice siatej na zrno, nepriaznivý. Za vegetačné obdobie bol úhrn zrážok 171,9 mm, čo je v porovnaní s dlhodobým normálom 54,4 %. Kurpelová (1983) konštatuje, že pre pestovanie kukurice siatej na zrno sú vhodné oblasti, kde úhrn zrážok za vegetačné obdobie dosiahne minimálne 300 mm. Počas vegetačného obdobia dosiahla v tomto roku priemerná teplota vzduchu 18,4 °C, čo je o 2,0 °C vyššia teplota v porovnaní s dlhodobým klimatickým normálom (1961–1990). V tab. 1 vidieť výrazný nárast teplôt od začiatku vegetačného obdobia so sumou teplôt za vegetačné obdobie 2 838 °C. Vysoké priemerné teploty s nízkym úhrnom zrážok boli zaznamenané v kritických termodynamických fázach kukurice siatej na zrno, t. j. od mesiaca máj až do konca augusta, pri nevyrovnanej bilancii zrážok.

Z prác Kurpelovej (1983) a Špánika a i. (2000) vyplýva, že hydrotermický koeficient možno považovať za dostatočne reprezentatívny ukazovateľ pre stanovenie teplotného a vlhového zabezpečenia plodín.

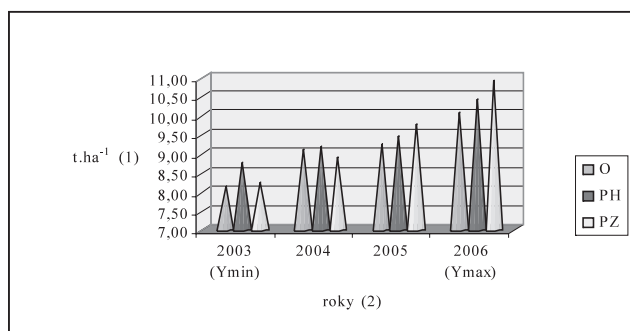
Kukurica siata na zrno je zaraďovaná k plodinám s typom fotosyntézy C4 a z hľadiska požiadaviek na vodu za plodinu s malými požiadavkami, ale rozhodujúcim je rozloženie zrážok v jednotlivých rastových fázach v interakcii s teplotami (Špánik a i., 2000; Karabínová a i., 2001). V tab. 1 je vyjadrená dynamika zmien hodnôt hydrotermického koeficientu, z ktorého vyplýva, že v roku s  $Y_{min}$  interakcia sumy vysokých teplôt a nízkeho úhrnu zrážok sa negatívne prejavila v dosiahnutej úrode s priemerom 8,38 t.ha<sup>-1</sup>. V roku s  $Y_{max}$  (2006) suma teplôt za vegetačné obdobie dosiahla 2 581,6 °C a úhrn zrážok za vegetáciu 264,8 mm, kedy sa dosiahla vyššia priemerná úroda 10,64 t.ha<sup>-1</sup>. Začiatkom vegetačného obdobia sú požiadavky kukurice na vodu pomerne malé. Prvé kritické obdobie nastáva od začiatku intenzívneho rastu, kedy je najväčší nárast nadzemnej fytohmoty, pričom najväčšie nároky má 10 dní pred a 25 dní po vymetaní (Karabínová a i., 2001). Z našich výsledkov vyplýva, že najvyššie úrody sa dosiahli pri vyrovnanej bilancii medzi úhrnom zrážok a teplotami počas vegetačného obdobia, najmä v mesiaci august, kedy bol  $H_k$  1,568.

Na základe rozborov pôdy a z toho vyplývajúcich dávok hnojív (v závislosti od interakcie obrábania pôdy a hnojenia) v roku 2003 sa dávky N pohybovali od 81 kg.ha<sup>-1</sup> (var. B2 x PH) do 113 kg.ha<sup>-1</sup> (var. B3 x PZ), pri dávke 79–84 kg.ha<sup>-1</sup> P a 20 kg.ha<sup>-1</sup> K.

Ložek (2000) odporúča racionalizovať dávky priemyselných hnojív na základe agrochemických rozborov pôdy.

**Tabuľka 2** Analýza rozptylu vplyvu hnojenia na úrody kukurice sietej na zrno

Ukazovateľ (1)	2003		2004		2005		2006		2003–2006	
	HS (5)	Hd <sub>0,05</sub> (6)	HS (5)	Hd <sub>0,05</sub> (6)	HS (5)	Hd <sub>0,05</sub> (6)	HS (5)	Hd <sub>0,05</sub> (6)	HS (5)	Hd <sub>0,05</sub> (6)
Úroda zrna v t.ha <sup>-1</sup> (3)	–	1,26	–	2,68	–	2,51	–	1,03	–	0,88
Ročník (4)	–								++	–

**Table 2** Variance analysis of fertilization effect on the maize yield  
(1) parameter, (2) years, (3) grain yield, (4) year (5) homogenous groups, (6) limit difference test**Obrázok 1** Vplyv hnojenia na úrody zrna kukurice v rokoch 2003–2006  
**Figure 1** The influence of fertilization on yields of the maize in years 2003–2006  
(1) grain yield of the maize, (2) years

S týmto názorom je možné vo všeobecnosti sa stotožniť, ale je potrebné zohľadňovať zvláštnosti pestovateľského ročníka. V pestovateľsky suchých ročníkoch (napr. 2003), v dôsledku nedostatku vody počas vegetácie kukurica siata nebola schopná utilizovať živiny a zužitkovať ich na tvorbu produkcie zrna. V pestovateľsky priaznivom ročníku 2006 už pri dávke N 35–45 kg.ha<sup>-1</sup> a dávke P 28 kg.ha<sup>-1</sup>, resp. K 23 kg.ha<sup>-1</sup> bola dosiahnutá úroda 10,42 (var. PH), resp. 10,89 t.ha<sup>-1</sup> (var. PZ) (pri zohľadnení zásoby živín v pôde).

Rozhodujúcim faktorom výživy kukurice je dusík z hnojív a pôdnych zásob, ktorý spolu s počasím rozhoduje o stabilite a výške produkcie zrna. Naše výsledky potvrdili závery (Bízik a Balog, 1994), nakoľko v ročníku s Y min bola dosiahnutá najvyššia úroda vo variante hnojenom priemyselnými hnojivami a v ročníku s Y max v PZ variante hnojenia (obr. 1).

Spotreba vody rastlinami sa znižuje tým viac (Fecenko 2003), čím má rastlina optimálnejší obsah živín v pôde.

V ročníku s Ymin bola najvyššia úroda 8,75 t.ha<sup>-1</sup> dosiahnutá vo variante PH. Štatisticky nepreukazné zvýšenie úrody sme zistili medzi variantom PZ a O o 0,11 t.ha<sup>-1</sup>. Podobné tendencie zistili (Žembery a i., 2003). Babulicová a i. (2004) zaznamenali najvyššiu úrodu vo variante s organicko-priemyselnými hnojivami. V pestovateľskom ročníku 2006 (Ymax) boli zistené podobné tendencie aj v predmetnom pokuse.

**Tabuľka 3** Viacfaktorová analýza rozptylu vplyvu ročníka na úrodu zrna kukurice sietej

Ročník (2)	Úroda zrna v t.ha <sup>-1</sup> (1)	
	rozdiel (3)	Hd <sub>0,05</sub> (4)
2003–2005	-1,13	1,12
2003–2006	-2,08	
2004–2006	-1,40	

**Table 3** Multifactor analysis of variance of the year influence on the grain yield of maize  
(1) grain yield, (2) year, (3) difference, (4) limit difference test

Vplyvom využitia pozberových zvyškov predplodiny a aplikácie priemyselných hnojív sa štatisticky nevýznamne zvýšila úroda o 0,82 t.ha<sup>-1</sup> (tab. 2). Štatisticky významný rozdiel v úrodách kukurice sietej na zrno bol medzi ročníkmi 2003–2005, 2003–2006, resp. 2004–2006 (tab. 3).

## Súhrn

Na základe výsledkov poľného polyfaktorového pokusu v rokoch 2003–2006, ktorý bol realizovaný na EXBA – Dolná Malanta je možné urobiť nasledovné závery: bol sledovaný vplyv hnojenia a poveternostných podmienok vyjadrený hodnotami hydrotermického koeficientu (Hk) na úrody kukurice sietej na zrno hybrid LG 23.06 (FAO 310). V časovom intervale rokov 2003–2006 sme hodnotili vplyv uvedených zdrojov premenlivosti na úrody kukurice v rokoch, kedy bola dosiahnutá maximálna úroda (Ymax – 2006) a minimálna úroda (Ymin – 2003). V roku s Ymin sme zistili, že interakcia sumy vysokých teplôt (2 838 °C) a nízkeho úhrnu zrážok (171,9 mm) sa negatívne prejavila v dosiahnutej úrode zrna 8,38 t.ha<sup>-1</sup>. V tomto roku bol úhrn zrážok v mesiaci august iba 23,8 mm a suma teplôt 687,4 °C, čo sa v konečnom dôsledku prejavilo na úrode zrna. Najvyššia úroda 8,75 t.ha<sup>-1</sup> bola dosiahnutá vo variante s PH. V roku s Ymax boli zistené opačné tendencie a výsledky boli potvrdené štatisticky. Suma teplôt za vegetačné obdobie dosiahla 2 581,6 °C a úhrn zrážok 264,8 mm s úrodou 10,64 t.ha<sup>-1</sup>. Z výsledkov vyplýva, že najvyššie úrody sa dosiahli pri vyrovnanej bilancii medzi úhrnom zrážok a teplotami počas vegetačného obdobia najmä v mesiaci august. Vplyv pozberových zvyškov predplodiny a ich interakcia s priemyselnými hnojivami v tomto roku sa štatisticky nevýznamne podieľali na zvýšení úrod o 0,82 t.ha<sup>-1</sup>. Uvedené tendencie potvrdzujú aj hodnoty hydrotermického koeficientu (Hk), ktorý bol v tomto roku výrazne vyšší v mesiacoch máj – jún a august v porovnaní s výsledkami dosiahnutými v roku s minimálnou úrodou, čo potvrdzujú dosiahnuté výsledky. V oboch ročníkoch s Ymax a Ymin sa pozitívne prejavil vplyv hnojenia priemyselnými hnojivami. Štatisticky významný vplyv ročníka bol zistený medzi ročníkmi 2003–2004, 2003–2005, resp. 2004–2006.

**Kľúčové slová:** kukurica siata, hydrotermický koeficient, hnojenie, úroda zrna

Príspevok vznikol za podpory grantového projektu VEGA 1/0816/11.

## Literatúra

BABULICOVÁ, M. – KOVÁČ, K. – KLIMEKOVÁ, M. – ŽÁK, Š. 2004. Vplyv predplodiny a hnojenia na úrodu a vybrané prvky úrodnosti kukurice sietej na zrno. In: Agrochémia, roč. 44, 2004, č.4, s. 4–8. ISSN1335-2415.