

Acta fytotechnica et zootechnica 4  
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2012, s. 91 – 95

## VPLYV OBRÁBANIA PÔDY A HNOJENIA NA ÚRODOTVORNÉ PRVKY A ENERGETICKÚ BILANCIU KUKURICE SIATEJ NA ZRNO

### THE INFLUENCE OF SOIL TILLAGE AND FERTILIZATION ON YIELD FORMING ELEMENTS AND ENERGETIC BALANCE OF GRAIN MAIZE

Jozef ŽEMBERY, Richard POSPIŠIL, Roman BREZINA, Ladislav ILLÉŠ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The aim of the paper was to study the impact of different soil tillage methods and fertilization on the yield forming elements and energy balance of maize grain (NK Thermo; FAO 370). The field experiments were carried out at the experimental base of SUA Dolná Malanta in the years 2009 – 2010. The field experiment included three types of soil tillage: O1 – conventional, O2 – reduced, O3 – minimization; three variants of fertilization: H1 – without fertilization, H2 – balanced fertilization, H3 – balanced fertilization with incorporation of harvest remains from the previous crop. The monitored harvest – elements were not affected by the soil tillage statistically significantly. Fertilization affected the number of grains per plant significantly, with 561.33 pieces per variant with fertilizer application, highly significant weight of thousand grains and grain yield as well. Statistically significant difference was found between H3 and H1 fertilization variants (31.61 g), in favour of the variant with turning under the harvest remains from the previous crop. The highest grain yield (12.61 t.ha<sup>-1</sup>) and the highest yield of aboveground phytomass (23.50 t.ha<sup>-1</sup>) was found in the variant with application of fertilizer. The year had highly significant effect on the monitored harvest of elements and grain yield and aboveground phytomass. From the perspective of the development of bio-energy potential, the balanced fertilization with incorporation of harvest remains from the previous crop is considered to be the most favourable. Maize grain responded differently to the selected factors of the experiment in the evaluated years.

**Keywords:** maize, fertilization, soil tillage, yield forming elements

Všetky životné pochody sú podmienené zmenami látkových a energetických tokov. Ich úroveň je možné v danom okamihu na príslušnej produkčno-ekologickej úrovni kvantitatívne a kvalitatívne hodnotiť prostredníctvom bilancií. Energetickú rovinu je možné považovať za všeobecne porovnateľnú základňu všetkých dejov v krajinnom priestore. Poznanie všeobecných zákonitostí umožňuje na základe vypočítaných bilancií reguláciu vstupov a výstupov energie v zhode s prírodným potenciálom záujmového územia (Vlachová et al., 2004). Základným problémom bilancie energie v rastlinnej výrobe je miera ovplyvnenia produkčného procesu vkladmi priamej a nepriamej energie a ich výsledná účinnosť pri tvorbe biomasy či hospodársky cenného produktu vyjadreného úrodou (Kostrej a Danko, 1996).

K energetickej bilancii pestovaných plodín sa pristupuje z rôznych hľadísk. Hodnotí sa efektívnosť hnojenia, účinnosť pesticídov, rôzneho obrábania pôdy, alebo energetický vplyv predplodín, odrôd a rôznych agroekologických podmienok (Pospišil, 2002; Ržonca et al., 2006).

Racionálna aplikácia priemyselných hnojív na základe agrochemických rozborov pôdy a rastlín umožňuje lepšie využívať genetický potenciál rastlín a súčasne dopestovať kvalitnú, zdravotne neškodnú produkciu (Ložek, 2000).

Kľúčovým faktorom výživy kukurice siatej na zrno je dusík z hnojív a z pôdnej zásoby, ktorý spolu s počasím 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 et al. (2004) v pokusoch s kukuricou dosiahli najvyššiu úrodu zrna vo variante s organicko-priemyselnými hnojivami. Hmotnosť zrna na šúľku štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil ročník. HTZ (hmotnosť tisíc zrn) štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil ročník a hnojenie.

Podľa Priadku (2001) sa ročník štatisticky vysoko preukazne prejavil na počte rastlín na jednotku plochy, avšak nemal vplyv na počet zrn na šúľku a HTZ. Veľmi významným, často rozhodujúcim úrodotvorným prvkom je počet rastlín na jednotke plochy. Kukurica nedostatočný počet rastlín nemôže kompenzovať autoreguláciou (odnožovaním), ale len zvýšením počtu zrn zo šúľka pri pomerne stabilnej HTZ. Analýzou rozptylu sa potvrdil preukazný vplyv hybridu a hustoty porastu na úrody zrna (Zatkalík, 2002).

Z výsledkov Žemberyho a i. (2003, 2008) vyplýva, že hnojenie vo variante s aplikáciou priemyselných hnojív vplývalo vysoko preukazne na počet rastlín (ks.ha<sup>-1</sup>), hmotnosť zrna zo šúľka a v interakcii s ročníkom na HTZ a úrodu zrna. Pestovateľský ročník štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil všetky sledované úrodotvorné prvky a 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 vzhádzania. Hnojenie priemyselnými hnojivami so zaorávkou pozberových zvyškov ovplyvnilo poľnú vzhádzavosť a následne počty rastlín na jednotku plochy (Žembery a i., 2005). Žembery a Bušo (2010) v hodnotenom období rokov 2003 – 2006 sledovali vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na úrodu zrna kukurice siatej. Najvyššie úrody zrna dosiahli pri vyrovnanej bilancii medzi úhrnom zrážok a teplotami počas vegetačného obdobia. V priemere za 4. ročné sledované obdobie pozberové zvyšky predplodiny v interakcii s aplikáciou priemyselných hnojív štatisticky nevýznamne zvýšili úrodu zrna o 0,82 t.ha<sup>-1</sup>.

Ak chceme dosiahnuť ekonomicky únosnú úrodu po kvalitatívnej a kvantitatívnej stránke musíme venovať veľkú

pozornosť obrábaniu pôdy a následný vzťah k nasledujúcim pracovným operáciám (Miština a Bušo, 2005).

Žák a i. (2011) porovnávali konvenčný (orba s pluhom) a integrovaný systém (bezorebné pestovanie kukurice) na úrodovné prvky kukurice v rokoch 1999 – 2005. Zistili o 7,6 % vyššie počty jedincov pri konvenčnom systéme v porovnaní s integrovaným. Vyššiu HTZ dosiahli pri integrovanom systéme pestovania. V hmotnosti zrna zo šúľka neboli štatisticky významné rozdiely medzi systémami pestovania. V konvenčnom systéme dosiahli o 17,5 % vyššiu úrodu zrna kukurice ako v integrovanom. Štatisticky významné rozdiely boli medzi ročníkmi vo všetkých sledovaných úrodovných prvkoch.

Súčasný poľnohospodársky výskum sa zaoberá hľadaním spôsobov ako nahradiť alebo vynechať jeden z najradikálnejších zásahov do pôdy, a to orbu. Tým že použijeme orbu spôsobíme niekoľko negatívnych skutočností. Negatívne pôsobíme na pôdne vlastnosti, je to energeticky veľmi náročný spôsob obrábania pôdy a pod. (Kotorová a Danilovič, 2005).

Cieľom výskumu bolo získať poznatky o vplyve rôznych spôsobov obrábania pôdy a rôznych variantov hnojenia, na sledované úrodovné prvky a energetickú bilanciu kukurice siatej na zrno.

## Materiál a metódy

Polný polyfaktorový pokus bol založený v rokoch 2009 a 2010 na Experimentálnej báze FAPZ SPU v Nitre – Dolná Malanta (súradnice 48° 19' s. z. š., 18° 09' v. z. d.). Hlavnou pôdnou jednotkou je hnedozem pseudoglejová na sprašových a polygénnych hlinách. Pôda je stredne ťažká (hlinitá). Lokalita má charakter roviny s nepatrným sklonom k juhu, nadmorská výška je 175 – 180 m n. m. Obsah humusu je v rozmedzí 1,95 – 2,60 %, výmenná pôdna reakcia pH (KCl) je od 5,03 do 5,69 (Tobiašová a Šimanský 2009).

Územie patrí do agroklimatickej oblasti veľmi teplej so sumou priemerných denných teplôt vzduchu ( $TS \geq 10^\circ C$ ) za hlavné vegetačné obdobie 3 000 °C a viac. Agroklimatická podoba je veľmi suchá s ukazovateľom zavláženia v letných mesiacoch ( $K_{VI-VIII} = 150$  mm), čo zaraďuje stanovište medzi najsuchšie.

V pokuse sme použili hybrid NK Thermo (FAO 370). Je to dvojlíniový hybrid s typom zrna *dentiformis* – zubovitá. Odporúčaný výsevok v bezzávlahových podmienkach je 70 – 75 000 klíčivých zrn na hektár. V závlahových podmienkach 75 – 80 000. Hybrid má vynikajúcu a vyrovnanú výkonnosť v rôznych pôdno-klimatických podmienkach. Vyznačuje sa tzv. agronomickou plasticitou, t. j. podáva vyrovnané výkony na rôznych typoch pôd a rôznych úrovniach hnojenia.

Kukurica siata na zrno bola pestovaná v rámci osevného postupu: pšenica letná, forma ozimná → hrach siaty + medzipodina: horčica biela → kukurica siata na zrno → jačmeň jarný → ďatelina lúčna.

### Charakteristika pokusu:

Termín sejby: 16. 4. 2009 a 28. 4. 2010

Spon:  $0,75 \times 0,18$  (m) = 74 074 jedincov.ha<sup>-1</sup>

Regulácia burín chemická: Trophy 2,5 l.ha<sup>-1</sup> a Lumax 4 l.ha<sup>-1</sup> v oboch rokoch pokusu

Aplikácia priemyselných hnojív:

- 27. 10. 2009:
  - P – vo forme trojitého superfosfátu 25 kg.ha<sup>-1</sup> č.ž.
  - K – vo forme 50% draselnej soli 15 kg.ha<sup>-1</sup> č.ž.
- 28. 4. 2010: N – vo forme LAD (liadok amónny s dolomitom) 30 kg.ha<sup>-1</sup> č. ž.

- 16. 11. 2010:
  - P – 35,5 kg.ha<sup>-1</sup> č. ž.
  - K – 12,5 kg.ha<sup>-1</sup> č. ž.
- 2. 6. 2011: N – 35 kg.ha<sup>-1</sup> č. ž.

Zber: 24. 9. 2009 a 13. 10. 2010

### Faktory pokusu

Faktor 1: Obrábania pôdy:

- O1 – konvenčné (orba pluhom do hĺbky 0,20 – 0,24 m),
- O2 – redukované (plytká orba pluhom do hĺbky 0,15 – 0,18 m),
- O3 – minimalizačné (kyprenie tanierovým náradím do hĺbky 0,10 – 0,12 m).

Faktor 2: Výživa a hnojenie:

- H1 – bez hnojenia,
- H2 – racionálne hnojenie (bilančné) na priemernú úrodovú hladinu (7 t. ha<sup>-1</sup>),
- H3 – hnojenie priemyselnými hnojivami (bilančné) + zapravenie pozberových zvyškov predplodiny.

### Biologická inventarizácia

Na dvoch vedľa seba idúcich riadkoch sa vytýčil úsek 7,15 m na ktorom sa odpočítali rastliny. Zistená hodnota sa vynásobila 1000 a tak sa vyjadril počet rastlín na hektár. Pred zberom sa z každého opakovania odobralo 5 rastlín za sebou aj so šúľkami na stanovenie základných úrodovných prvkov (počet zrn na šúľku v kusoch, hmotnosť zrna zo šúľku v g, HTZ – hmotnosť tisíc zrn v g, úrody zrna a nadzemnej fytohmoty v t.ha<sup>-1</sup>). Úroda je prepočítaná na 14 % vlhkosť.

Na výpočet výstupu energie hospodárskej úrody sme použili energetický ekvivalent 17,64 GJ pre 1 tonu sušiny hospodárskej úrody podľa metodiky Preiningera (1987).

Dosiahnuté výsledky boli vyhodnotené matematicko-štatisticky – analýzou rozptylu v programovom balíku Statgraphics.

## Výsledky a diskusia

Najvyšší počet rastlín na hektár sme zistili pri minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy (68 000 ks.ha<sup>-1</sup>) a najnižší počet rastlín na hektár bol na konvenčnom spôsobe obrábania pôdy (64 444 ks.ha<sup>-1</sup>). Žák et al. (2011) zistili o 7,6 % vyššie počty jedincov pri konvenčnom systéme v porovnaní s integrovaným. V ostatných sledovaných úrodovných prvkoch (počet zrn na rastlinu 551,58 ks a HTZ 352,81 g) boli najvyššie hodnoty pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy, čo sa v konečnom dôsledku prejavilo v najvyššej úrode zrna (12,06 t.ha<sup>-1</sup>) a fytohmoty (22,97 t.ha<sup>-1</sup>). Najnižšie hodnoty sledovaných úrodovných prvkov s výnimkou počtu rastlín boli pri redukovanom spôsobe obrábania pôdy. Najvyššie vstupy dodatkového energie sme zaznamenali pri konvenčnej technológii obrábania pôdy 405,19 GJ. ha<sup>-1</sup> (Tab. 1). Obrábanie pôdy ako faktor pokusu štatisticky neovplyvnil ani jeden so sledovaných úrodovných prvkov (Tab. 4).

Hnojenie ako faktor pokusu štatisticky preukazne neovplyvnil počet rastlín na jednotku plochy (Tab. 3). Najvyšší počet jedincov (67 556 ks.ha<sup>-1</sup>) bol zistený pri nehnojenom variante (Tab. 2). Zatkálik (2002) považuje počet rastlín na hektár za veľmi významný často rozhodujúci prvok úrodnosti pri kukurici. Medzi jednotlivými variantmi hnojenia na počet rastlín na hektár neboli zistené preukazné rozdiely (Tab. 4). Hnojenie štatisticky preukazne ovplyvnilo počet zrn na rastlinu (Tab. 3). Najvyšší počet zrn na rastlinu (561,33) bol v H2 variante hnojenia,

**Tabuľka 1** Vplyv obrábania pôdy na úrodovorné prvky a bruttoenergiu kukurice siatej na zrno v priemere rokov 2009 – 2010

Obrábanie pôdy (1)	x počet		HTZ v g (4)	Úroda zrna v t.ha <sup>-1</sup> (5)	Úroda fytomasy v t.ha <sup>-1</sup> (6)	Produkcia bruttoenergie v GJ.ha <sup>-1</sup> (7)
	rast.ha v ks.ha <sup>-1</sup> (2)	zrn.rastl. v ks.rastl. <sup>-1</sup> (3)				
O1	64 444	551,58	352,81	12,06	22,97	405,19
O2	67 833	514,76	330,00	11,47	21,67	382,26
O3	68 000	546,59	330,43	11,70	22,13	390,37
$\bar{x}$	66 759	537,64	337,74	11,74	22,26	392,67

**Table 1** The influence of soil tillage on yield forming elements and brutto energy of maize in the years 2009 – 2010 in average (1) soil tillage (2) number of the plants per hectare, (3) number of grains per plant, (4) HTZ = WTG – weight of a thousand of grains, (5) yield of grains in t per hectare, (6) yield of fytomass in t per hectare, (7) brutto energy

**Tabuľka 2** Vplyv hnojenia na úrodovorné prvky a bruttoenergiu kukurice siatej na zrno v priemere rokov 2009 – 2010

Hnojenie (1)	x počet		HTZ v g (4)	Úroda zrna v t.ha <sup>-1</sup> (5)	Úroda fytomasy v t.ha <sup>-1</sup> (6)	Produkcia bruttoenergie v GJ.ha <sup>-1</sup> (7)
	rast.ha v ks.ha <sup>-1</sup> (2)	zrn.rastl. v ks.rastl. <sup>-1</sup> (3)				
H1	67 556	501,34	318,47	10,57	20,80	366,91
H2	66 833	561,33	344,68	12,61	23,50	414,54
H3	65 889	550,25	350,08	12,05	22,47	396,37

**Table 2** The influence of fertilization on the yield forming elements and brutto energy maize in the years 2009 – 2010 in average (1) fertilization, (2) number of the plants per hectare, (3) number of grains per plant, (4) WTG – weight of thousand grains, (5) yield of grains in t per hectare, (6) yield of fytomass in t per hectare, (7) brutto energy

**Tabuľka 3** Viacfaktorová analýza rozptylu úrodovorných prvkov a úrody kukurice na zrno

Úrodovorné prvky (1)								
Počet rastlín v ks.ha <sup>-1</sup> (2)			Počet zrn v ks.rastl. <sup>-1</sup> (3)			HTZ (4)		
Obrábanie (5)	hnojenie (6)	ročník (7)	Obrábanie (5)	hnojenie (6)	ročník (7)	Obrábanie	hnojenie (6)	ročník (7)
x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x x	x
x	x		x	x		x	x	
Hd <sub>0,05</sub> 4 201,32		2 840,09	60,27		40,74	24,39		16,48
Úroda zrna v t.ha <sup>-1</sup> (8)			Úroda fytomasy v t.ha <sup>-1</sup> (9)					
Obrábanie (5)	hnojenie (6)	ročník (7)	Obrábanie (5)	hnojenie (6)	ročník (7)			
x	x	x	x	x	x			
x	x	x	x	x	x			
x	x x		x	x				
Hd 0,05 1,49 (10)		1,01	3,07		2,06			

**Table 3** Multifactorial analysis of yield forming elements and the grains yields of maize (1) yield forming elements, (2) number of the plants per hectare, (3) number of grains per plant, (4) HTZ = WTG – weight of thousand grains, (5) soil tillage, (6) fertilization, (7) years, (8) yield of grains in t per hectare, (9) yield of fytomass in t per hectare, (10) limits

**Tabuľka 4** Analýza rozptylu úrodovorných prvkov a úrody kukurice siatej na zrno za roky 2009 – 2010

Úrodovorný prvok (1)	Obrábanie (A) (2)	Hnojenie (B) (3)	Ročník (C) (4)
Počet rastlín v ks.ha <sup>-1</sup> (5)	-	-	++
Počet zrn v ks.rastl. <sup>-1</sup> (6)	-	+	++
HTZ v g (7)	-	++	++
Úroda zrna v t.ha <sup>-1</sup> (8)	-	++	++
Úroda fytomasy v t.ha <sup>-1</sup> (9)	-	-	++

**Table 4** Analysis of variance of the yield forming elements and maize yield in the years 2009 – 2010 (1) yield forming element, (2) soil tillage, (3) fertilization, (4) years, (5) number of the plants per hectare, (6) number of grains per plant, (7) HTZ = WTG – weight of thousand grains, (8) yield of grains in t per hectare, (9) yield of fytomass in t per hectare

t. j. racionálne hnojenie priemyselnými hnojivami na plánovanú úrodovú hladinu 7 t.ha<sup>-1</sup>. Medzi jednotlivými variantmi hnojenia nebol zaznamenaný štatisticky preukazný vplyv na počet zŕn na rastlinu (Tab. 4). Štatisticky vysoko preukazne hnojenie ovplyvnilo HTZ a úrodu zrna (Tab. 3). K zrovnateľným výsledkom dospeli aj (Babulicova et al., 2004). Štatisticky významný rozdiel bol medzi H2 a H1, resp. H3 a H1 variantmi hnojenia.

Pri HTZ bol zaznamenaný štatisticky preukazný rozdiel medzi variantmi hnojenia H1 a H3 v prospech variantu kde boli použité pozberové zvyšky (H3) s HTZ 350,08g. Najvyššiu úrodu zrna 12,61 t.ha<sup>-1</sup>, ako aj najvyššiu úrodu nadzemnej fytomasy 23,50 t.ha<sup>-1</sup> sme dosiahli vo variante hnojenia H2 (Tab. 2). Štatisticky preukazný rozdiel v úrode zrna bol medzi H1 a H2 variantmi (Tab. 3). V úrode nadzemnej fytomasy medzi sledovanými variantmi hnojenia nebol štatisticky preukazný rozdiel.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva že rôzne varianty hnojenia nemusia rovnako vplývať na zvýšenie niektorého zo sledovaných úrodovotných prvkov, ale môžu ho ovplyvňovať aj opačným spôsobom, teda znížením hodnoty. Čo je priaznivé pre formovanie jedného úrodovotného prvku nemusí byť pozitívne pre formovanie iného.

Pestovateľský ročník štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil všetky sledované úrodovotné prvky ako aj úrody zrna a fytomasy kukurice satej na zrno. Priadka (2001) v zrovnateľných podmienkach v pokusoch s kukuricou dospel k záveru, že ročník štatisticky vysoko preukazne vplýval len na počet rastlín na jednotku plochy, ale nemal vplyv na počet zŕn na šúľku a HTZ, čo je v rozpore s nami dosiahnutými výsledkami.

V porovnaní s našimi výsledkami vyššie hodnoty spotrebovanej energie dosiahli Kostrej a Danko (1996). Dôvod vyšších vstupov energie v prácach je nutné hľadať v rozdielnych pôdnych podmienkach, v rozdielnom hnojení a výžive rastlín. Pospíšil (2002) uvádza pri tetrakultúre, v lokalite Dolná Malanta, celkové energetické vklady v rozpätí od 13,56 GJ.ha<sup>-1</sup> do 27,18 GJ.ha<sup>-1</sup>.

### Závery

Najvyšší počet rastlín na hektár (68 000 ks.ha<sup>-1</sup>) sme zaznamenali pri minimalizačnom spôsobe obrábania pôdy. V ostatných sledovaných úrodovotných prvkoch v počte zŕn na rastlinu (551,5 ks) a v HTZ (352,81g) boli najvyššie hodnoty pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy, čo sa v konečnom dôsledku prejavilo v najvyššej úrode zrna (12,06 t.ha<sup>-1</sup>) a fytomasy (22,97 t.ha<sup>-1</sup>). Obrábanie pôdy štatisticky neovplyvnilo ani jeden so sledovaných úrodovotných prvkov.

Hnojenie neovplyvnilo štatisticky preukazne na počet rastlín na hektár. Najvyšší počet jedincov bol na nehnojenom variante. Medzi variantmi hnojenia a počtom rastlín neboli zistené preukazné rozdiely. Hnojenie štatisticky preukazne ovplyvnilo počet zŕn na rastlinu. Najvyšší počet zŕn na rastlinu (561,33 ks) bol vo variante s aplikáciou priemyselných hnojív (H2). Medzi variantmi hnojenia a počtom zŕn na rastlinu neboli zistené štatisticky preukazné rozdiely. Štatisticky vysoko preukazne hnojenie ovplyvnilo HTZ a úrodu zrna. Štatisticky významný rozdiel bol medzi H3 a H1 variantmi hnojenia (31,61 g), v prospech variantu so zaorávkou pozberových zvyškov. Najvyššiu úrodu zrna (12,61 t.ha<sup>-1</sup>), ako aj najvyššiu úrodu nadzemnej fytomasy (23,50 t.ha<sup>-1</sup>) sme dosiahli vo variante s aplikáciou priemyselných hnojív, bilancovaných na úrodu zrna 7,0 t.ha<sup>-1</sup>. Štatisticky preukazný rozdiel v úrode zrna (2,04 t.ha<sup>-1</sup>) bol medzi H1 a H2 variantmi hnojenia. V úrode nadzemnej fytomasy medzi sledovanými variantmi hnojenia nebol štatisticky preukazný rozdiel.

Pestovateľský ročník štatisticky vysoko preukazne ovplyvnil všetky sledované úrodovotné prvky ako aj úrody zrna a fytomasy.

Najvyšší výstup bruttoenergie bol pri konvenčnej technológii (O1) 405,19 GJ.ha<sup>-1</sup> a naopak najnižší pri redukovanom spôsobe (O2) obrábania pôdy 382,26 GJ.ha<sup>-1</sup>.

Uplatnenie minimalizačného obrábania pôdy (O3) v porovnaní s konvenčným obrábaním pôdy (O1) umožňuje významné úspory vstupov energie.

Z pohľadu vývoja bioenergetického potenciálu považujeme za najpriaznivejšie bilančné hnojenie so zapravením pozberových zvyškov.

### Súhrn

Cieľom výskumu bolo získať poznatky o vplyve rôznych spôsobov obrábania pôdy a variantov hnojenia, na sledované úrodovotné prvky a energetickú bilanciu kukurice satej na zrno, hybrid NK Thermo (FAO 370). Poľné pokusy boli realizované v rokoch 2009 – 2010 na experimentálnej báze SPU Dolná Malanta. Spôsoby obrábania pôdy boli: O1 – konvenčné, O2 – redukované, O3 – minimalizačné. Varianty hnojenia: H1 – bez hnojenia, H2 – bilančné hnojenie, H3 – bilančné hnojenie so zapracovaním pozberových zvyškov predplodiny. Obrábanie pôdy neovplyvnilo štatisticky preukazne ani jeden zo sledovaných úrodovotných prvkov. Hnojenie štatisticky preukazne ovplyvnilo počet zŕn na rastlinu s 561,33 kusmi vo variante s aplikáciou priemyselných hnojív. Štatisticky vysoko preukazne ovplyvnilo hmotnosť tisícich zŕn a úrodu zrna. Štatisticky významný rozdiel bol medzi H3 a H1 variantmi hnojenia (31,61 g), v prospech variantu so zaorávkou pozberových zvyškov. Najvyššiu úrodu zrna (12,61 t.ha<sup>-1</sup>), ako aj najvyššiu úrodu nadzemnej fytomasy (23,50 t.ha<sup>-1</sup>) sme dosiahli vo variante s aplikáciou priemyselných hnojív. Pestovateľský ročník štatisticky vysoko preukazne vplýval na všetky sledované úrodovotné prvky a úrodu zrna a nadzemnej fytomasy. Z pohľadu vývoja bioenergetického potenciálu považujeme za najpriaznivejšie bilančné hnojenie so zapracovaním pozberových zvyškov. Kukurica siata na zrno reagovala v hodnotených rokoch na vybrané faktory pokusu rozdielne.

**Kľúčové slová:** kukurica siata, hnojenie, obrábanie pôdy, úrodovotné prvky

### Podakovanie

Príspevok vznikol za podpory grantového projektu VEGA 1/0816/11 „Produkčný proces poľných plodín pri rôznych systémoch obrábania pôdy, aplikácie priemyselných hnojív a zvyškov rastlín s ohľadom na zachovanie a zvyšovanie úrodnosti pôdy“.

### Literatúra

- BABULICOVÁ, M. – KOVÁČ, K. – KLIMEKOVÁ, M. – ŽÁK, Š. 2004. Vplyv predplodiny a hnojenia na úrodu a vybrané prvky úrodnosti kukurice satej na zrno. In: Agrochémia, roč. 44, 2004, č. 4, s. 4 – 8. ISSN1335-2415.
- BÍŽIK, J. – BALOG, Z. 1994. Pohyb a akumulácia anorganického dusíka v hnezdemi. In: Rostlinná výroba, roč. 40, 1994, č. 10, s. 877 – 887
- KOSTREJ, A. – DANKO, J. 1996. Analýza a modelovanie energetických ukazovateľov produkčného procesu poľných plodín. 1. vydanie. Nitra : VŠP, 1996, 81 s.
- KOTOROVÁ, D. – DANILOVIČ, M. 2005. Energetická a ekonomická bilancia pestovania jačmeňa sateho jarného. In: Zborník vedeckých prác, Piešťany : VÚRV, 2005, s. 103 – 113. ISBN 80-88790-44-1.
- LOŽEK, O. 2000. Efektívnosť hnojenia poľnohospodárskych plodín priemyselnými hnojivami. In: Agrochémia, roč. 40, 2000, č. 3, s. 4 – 6. ISSN 1335-2415

- MÍŠTINA, T. – BUŠO, R. 2005. Vplyv rôzneho obrábania pôdy na úrodu pšenice letnej formy ozimnej. In: Realizácia poznatkov vedy a výskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu: Zborník referátov z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou Michalovce, 5. – 6. októbra 2005, Piešťany : VÚRV, s. 104 – 111. ISBN 80-88790-40-9.
- POSPÍŠIL, R. 2002. Energetická analýza úsporných systémov obrábania a hnojenia pôdy v rôznych sústavách rastlinnej výroby. In: Poľnohospodárstvo, roč. 48, 2002, č. 7, s. 374 – 379.
- PREININGER, M. 1987. Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě. Praha : UVTIZ, 1987, 29 s.
- PRIADKA, J. 2001. Působenie pestovateľských technológií a výživy na úrodu hybridov kukurice na zrno. In: Vedecké práce, Piešťany : VÚRV, 2001, s. 39 – 44. ISBN 8088790-20-4.
- RŽONCA, J. – POSPÍŠIL, R. – ŽEMBERY, J. – LÍŠKA, E. 2006. Energetická bilancia technológií pestovania kukurice na zrno. In: Acta fytotechnica et zootechnica, roč. 9, 2006. č. 2, s. 34 – 38. ISSN 1335-258X
- VLACHOVÁ, P. 2004. The regulation of energetic substance flow in landscape thought spatial functional optimization. In: Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, Series for Crop Sciences, vol. 21, 2004, no. 2, p. 213 – 216.
- TOBIAŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009. Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. Nitra : SPU, 2009, s. 39 – 41. ISBN 978-80-552-0196-2.
- ZATKALÍK, D. 2002. Vplyv hustoty porastu na úrodu zrna kukurice. In: Naše pole, roč. 6, 2002, no. 1, s. 29. ISSN 1335-2466
- ŽÁK, Š. – BELUSKÝ, J. – BUŠO, R. a i. 2011. Pestovanie poľných plodín s orbou či bez orby? Piešťany : CVRV, 2011, s. 65 – 70. ISBN 978-80-7139-149-4.
- ŽEMBERY, J. – LÍŠKA, E. – MOLNÁROVÁ, J. – HANÁČKOVÁ, E. 2003. Závislosť tvorby úrod kukurice sietej na zrno (hybrid LG 23.06) od obrábania pôdy a hnojenia. In: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka. Nitra : SPU, 2003, s. 199 – 201. ISBN 80-8069-246-7.
- ŽEMBERY, J. – LÍŠKA, E. – BUŠO, R. – POSPÍŠIL, R. 2005. Teplotné a vlhové podmienky pre tvorbu úrody kukurice sietej na zrno. In: Agriculture, roč. 51, 2005, č. 12, s. 81 – 84. ISSN 0551-3677.
- ŽEMBERY, J. – LÍŠKA, E. – BUŠO, R. – KREBS, M. 2008. Vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na úrodotočné prvky a úrodu kukurice sietej na zrno. In: Agrochémia, roč. XII. (48), 2008, č. 3, s. 7 – 13. ISSN 1335-2415.
- ŽEMBERY, J. – BUŠO, R. 2010. Vplyv hnojenia a poveternostných podmienok na produkciu zrna kukurice sietej. In: Acta fytotechnica et zootechnica, roč. 13, 2010, č. 4, s. 110 – 113. ISSN 1335 – 258X.

## Kontaktná adresa:

Ing. Jozef Žembery, PhD. Katedra rastlinnej výroby, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Jozef.Zembery@uniag.sk

Acta fytotechnica et zootechnica 4  
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2012, s. 95 – 99

## STRUCTURE OF HUMIC ACIDS AS INFLUENCED BY PLOUGH TILLAGE AND MINIMUM

### VPLYV ORBY A MINIMALIZÁCIE NA ŠTRUKTÚRU HUMINOVÝCH KYSELÍN

Lubica POSPÍŠILOVÁ, Jiří JANDÁK, Tomáš ŽIVNA

Mendel University in Brno, Czech Republic

Objective of this study was to show the effect of different soil tillage systems on humic substances content and quality. Furthermore, chemical composition and structural differences in humic acids molecules in selected tillage systems were assessed. Long-term experiments were carried out on Luvi-haplic Chernozem (locality Unčovice, Olomouc region) during the period 2008 – 2011. Two types of tillage systems were studied: first, plough till 0.35 – 0.40 m; second, minimum tillage till 0.15 m. Humic acids were isolated from the plough and minimum tillage horizons (0 – 0.30 m) according to the international standard method and characterized by elemental composition and <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. The results showed differences in quality of humic substances and higher content of fulvic acids in fractional composition under minimum tillage system (3.5 g/kg). Analysis of chemical composition and structure of humic acids indicated higher relative intensity of aliphatic groups signal in HA molecule due to minimum tillage (at 106 – 15 ppm about 50). On the other hand, humic acids isolated from ploughed soil were more aromatic. <sup>13</sup>C NMR spectroscopy could be a useful tool to assess changes in structural composition of humic acids isolated from the different eco-systems.

**Keywords:** humic acids, <sup>13</sup>C NMR and UV-VIS spectroscopy, soil tillage systems

Soil forming factors such as vegetation, topography, parent material, climatic conditions and time are the main factors which governed the process of pedogenesis and soil productivity of undisturbed soils. In agro-ecosystems, the maintenance of humus content is a major problem to a prevention of soil degradation. Therefore, anthropogenic influence (tillage systems, fertilization, crop rotation, permanent grassland) suggested the important discussion about an efficient indicator sets to inform us about soil quality/health. Soil organic matter is considered to be an essential factor directly influencing soil

quality/health (Barančíková et al., 1997, 2002; Pospíšilová et al., 2011). Humic acids (HA), as the main component of stable soil organic matter, significantly affected soil structure, aggregates stability, water regime, sorption capacity, biological activity, and others. Therefore, content and quality of HA is often used as one of the important parameters to assess soil quality/health. Humic acids are not easily decomposed by soil microorganisms and consist of hydrophenols, hydrobenzoic acids and other aromatic structures with linked peptides, amino acids, fatty acids, polysaccharides, etc. (Stevenson, 1982, 1994, 1999; Hayes