

Hodnotenie účinku humínových látok v hnojive DASA H a inhibitorov nitrifikácie v hnojive ENSIN vo výžive pšenice letnej f. ozimnej

Effect of DASA H fertilizer with content of humic substances and ENSIN fertilizer with content of nitrification inhibitors in winter wheat nutrition

Zuzana Panáková, Mária Varényiová, Pavol Slamka, Otto Ložek

Two-year field pilot experiment with winter wheat (variety Lukulus) was established in vegetation period 2014/2015 and 2015/2016, respectively on medium-heavy brown soil with slightly acidic soil reaction (pH = 6.1) in locality Breznička. Pre-seeding fertilization was realized. Regeneration, production and qualitative fertilization was done at the beginning of tillering, shooting and closely before flowering, respectively. Fertilizers DASA 26/13, DASA H and ENSIN were applied during regeneration fertilization. Liquid fertilizer DAM 390 was applied during production fertilization. Fertilizer LAD 27 was applied qualitative fertilization. Each applied fertilizer increased grain yield of winter wheat in comparison with average of nutrition treatments, apart from applied fertilizer ENSIN. In vegetation period 2014/2015 fertilizers DASA H and ENSIN decreased grain yield by 0.26–0.96 t·ha⁻¹ compared to fertilizer DASA, respectively. Application DASA H decreased content of crude protein, wet gluten and thousand kernel weight. In vegetation period 2015/2016 application of DASA H increased grain yield, content of crude protein, wet gluten and thousand kernel weight. Application of ENSIN had negative impact on yield formation and grain quality parameters. One shot application of fertilizer ENSIN substantially decreased content of crude protein, wet gluten, 1st class grain portion, volume weight and thousand kernel weight.

humic substances, nitrification inhibitors, crude protein, 1st class grain portion, thousand kernel weight, volume weight, wet gluten

Medzi najdôležitejšie intenzifikačné a racionalizačné zásahy pri pestovaní obilnín patrí výživa a hnojenie (13; 11). Výživa v celom komplexe agrotechnologických opatrení pestovania pšenice významne ovplyvňuje nielen množstvo úrody zrna, ale aj jeho kvalitu (4). Pšenica letná f. ozimná je plodinou so strednými nárokmi na živiny. Celková potreba živín na 1 tonu základnej produkcie, vrátane

slamy predstavuje podľa odrody 25–30 kg N, 5,7 kg P, 21 kg K, 2,4 kg Mg a 4 kg S (20; 6; 19).

Vo výžive pšenice má osobitné postavenie dusík, ktorý je popri agroekologických podmienkach prostredia limitujúcim faktorom úrody za predpokladu, že aj ostatné živiny sú optimalizované (9). Pšenica je schopná dusík využiť z pôdy a aplikovaného hnojiva na tvorbu úrody počas celej vegetácie. Rozdelenie dávky dusíka je nevyhnutnosťou vzhľadom k značnej pohyblivosti minerálnych foriem dusíka v pôde (15; 3). Dusík je životne dôležitým prvkom pre pestované plodiny. Je základnou zložkou buniek. Je súčasťou nukleových kyselín určujúcich rast a vývin rastlín, je zložkou proteínov, ktoré v úlohe enzýmov regulujú biochemické procesy v bunkách a je základnou stavebnou jednotkou bunčných stien a vlastne celého obsahu buniek (9). Je motorom rastu a dynamiky tvorby úrody. Podieľa sa na tvorbe fotosyntetického a metabolického aparátu rastliny a bielkovín v zrne. Jeho nedostatok, ale aj nadbytok v pôde a v rastline je škodlivý a jeho zásoba v pôde sa reguluje hnojením a technológiou pestovania (18; 12). Do začiatku steblovania prijme ozimná pšenica približne 41% N, do obdobia klasenia 18% N, ďalších 12% N do kvitnutia a zostávajúcich 29% N do zberu úrody (4). Najviac dusíka odčerpá porast od konca odnožovania až do konca steblovania. Ak nie je v tomto období dostatok dusíka v pôde, dochádza k výrazným problémom, nevytvára sa dostatočný listový aparát a znižuje sa tvorba sušiny (13). Množstvo hospodárskej úrody závisí od celkového N prijatého koreňovým systémom ako aj od efektívnosti jeho využitia najmä pre proces fotosyntézy a alokácie asimilátov do hospodársky dôležitých orgánov – zrn (14; 5).

Efektívne využitie živín z pôdy a hnojív pri pestovaní pšenice ozimnej do značnej miery ovplyvňuje úspešnosť jej pestovania. Jednou z možností zvýšenia využitia minerálnych živín pri pestovaní ozimnej pšenice je podporenie ich prijateľnosti aplikáciou lignitu.

Lignit je najmladšie a najmenej karbonizované hnedé uhlie. Chemicky sa jedná predovšetkým o makromolekulárny komplex polyelektrolytov (napr. humínových kyselín), polysacharidov, polyaromatických zlúčenín, uhlíkových reťazcov so sírnymi a dusíkatými skupinami a kyslíkovými článkami (7).

Humínové látky prítomné v lignite sú od polymérov odvodené molekuly, ktoré sa formovali v pôde počas dekompozície rastlinných a živočíšnych zvyškov prostredníctvom chemických a biologických procesov (16), a ktoré sú rezistentné voči mikrobiálnej degradácii (8). Tieto látky sú dôležitým zdrojom uhlíka v pôdnom prostredí (17). Humínové látky sa v širokom rozsahu používajú v poľnohospodárskej praxi buď ako priamo aplikované roztoky humínových substancií alebo prostredníctvom kompostovaných organických hnojivových doplnkov (10; 1; 2). Podstatným efektom aplikácie humínových látok na pôdu je zvýšenie potenciálnej prijateľnosti minerálnych živín v dôsledku ich schopnosti formovať stabilné organo-minerálne komplexy. V poslednom období sa vytvára nová skupina hnojív, ktorá je založená na tvorbe fosfáto-metálovo-humátových komplexov reprezentujúcu vo väčšej miere udržateľný zdroj pre rastliny prijateľného fosforu.

Cieľom tejto práce bolo preskúmať vplyv hnojív DASA H obsahujúceho humínové látky a ENSIN obsahujúceho inhibítory nitrifikácie na úrodové a kvalitatívne parametre pšenice ozimnej.

Tabuľka 1: Schéma variantov hnojenia ozimnej pšenice na lokalite Breznička, odroda 'Lukulus' (2014/2015)

Table 1: Design of nutritional treatments of winter wheat, variety 'Lukulus'

Variant výživy (1)	Jesenné prihnojenie (2)	Regeneračné hnojenie (3)	Produkčné hnojenie (4)	Kvalitatívne hnojenie (5)
Variant 1	—	DASA H 80 kg·ha ⁻¹ N	DAM 390 35 kg·ha ⁻¹ N	LAD 27 35 kg·ha ⁻¹ N
Variant 2	—	DASA 26/13 80 kg·ha ⁻¹ N	DAM 390 35 kg·ha ⁻¹ N	LAD 27 35 kg·ha ⁻¹ N
Variant 3	ENSIN 40 kg·ha ⁻¹ N	DASA 26/13 50 kg·ha ⁻¹ N	DAM 390 35 kg·ha ⁻¹ N	LAD 27 35 kg·ha ⁻¹ N
Variant 4	—	ENSIN 115 kg·ha ⁻¹ N	—	LAD 27 35 kg·ha ⁻¹ N
Variant 5	—	DASA 26/13 50 kg·ha ⁻¹ N	ENSIN 100 kg·ha ⁻¹ N	—

(1) treatment of nutrition, (2) autumn additional fertilization (3) regenerative fertilization (4) production fertilization (5) quality fertilization

Tabuľka 2: Schéma variantov hnojenia ozimnej pšenice na lokalite Breznička, odroda 'Lukulus' (2015/2016)

Table 2: Design of nutritional treatments of winter wheat, variety 'Lukulus'

Variant výživy (1)	Jesenné prihnojenie (2)	Regeneračné hnojenie (3)	Produkčné hnojenie (4)	Kvalitatívne hnojenie (5)
Variant 1	—	DASA H 80 kg·ha ⁻¹ N	DAM 390 30 kg·ha ⁻¹ N	LAD 27 30 kg·ha ⁻¹ N
Variant 2	—	DASA 26/13 80 kg·ha ⁻¹ N	DAM 390 30 kg·ha ⁻¹ N	LAD 27 30 kg·ha ⁻¹ N
Variant 3	ENSIN 30 kg·ha ⁻¹ N	DASA 26/13 50 kg·ha ⁻¹ N	DAM 390 30 kg·ha ⁻¹ N	LAD 27 30 kg·ha ⁻¹ N
Variant 4	ENSIN 30 kg·ha ⁻¹ N	DASA H 50 kg·ha ⁻¹ N	DAM 390 30 kg·ha ⁻¹ N	LAD 27 30 kg·ha ⁻¹ N
Variant 5	—	ENSIN 140 kg·ha ⁻¹	—	—

(1) treatment of nutrition, (2) autumn additional fertilization (3) regenerative fertilization (4) production fertilization (5) quality fertilization

Materiál a metódy

Dvojrôčny poľný poloprevádzkový pokus s pšenicom letnou f. ozimnou, odroda Lukulus, bol založený v pestovateľských rokoch 2014/2015 a 2015/2016 na lokalite Breznička. Osivo pšenice bolo zasiate 20.10.2014 a 3.10.2015. V pokuse bolo skúmaných päť variantov výživy. Výmera každého variantu bola 1 hektár. Schémy variantov výživy pšenice letnej f. ozimnej sú uvedené v tabuľkách 1 a 2.

Pred sejbou sa na variantoch výživy 1 až 5 aplikovalo 300 kg·ha⁻¹ NPK 10:15:15. Na variante 3 sa na jeseň ešte prihnojilo dávkou 40 kg·ha⁻¹ N (30 kg·ha⁻¹ N v pokusnom roku 2015/2016) hnojivom ENSIN (rovnaké hnojivo ako DASA 26/13, ale obsahuje inhibítory nitrifikácie dikyándiamid (DCD) a 1,2,4-triazol (TZ), ktoré sú inkorporované priamo v granule hnojiva ako jeho integrálna súčasť). Na regeneračné hnojenie sa aplikovali hnojivá ENSIN, DASA 26/13 a DASA H (rovnaký obsah živín ako DASA 26/13, ale obsahuje humínové látky). Na produkčné hnojenie sa na variantoch 1 až 3 použila jednotná dávka dusíka 35 kg·ha⁻¹ (30 kg·ha⁻¹ N v pokusnom roku 2015/2016) vo forme hnojiva DAM-390. Na variante 4 bolo produkčné hnojenie dusíkom vynechané, lebo na regeneračné hnojenie bolo použité hnojivo ENSIN v dávke 115 kg·ha⁻¹ N, ale v pestovateľskom roku 2015/2016 na variante 4 bolo produkčné hnojenie dusíkom vykonané a použila sa jednotná dávka dusíka 30 kg·ha⁻¹ vo forme hnojiva DAM-390. Na variante 5 sa aplikovalo na produkčné hnojenie hnojivo ENSIN v dávke 100 kg·ha⁻¹ N. Kvalitatívne hnojenie sa robilo na variantoch 1 až 4 jednotne hnojivom LAD 27 v dávke 35 kg·ha⁻¹ N (30 kg·ha⁻¹ N v pokusnom roku 2015/2016). Na variante 5 bolo toto hnojenie vynechané, lebo na produkčné hnojenie bolo aplikované hnojivo EN-

SIN v dávke 100 kg·ha⁻¹ N (140 kg·ha⁻¹ N v pokusnom roku 2015/2016).

V pokusných rokoch 2014/2015 a 2015/2016 mala pokusná lokalita v orníčovnej vrstve 0,0–0,3 m slabú kyslú pôdnu reakciu (pHKCl = 6,1), dobrý obsah fosforu (P = 103 mg·kg⁻¹), horčíka (Mg = 180 mg·kg⁻¹) a stredný obsah draslíka (K = 157 mg·kg⁻¹).

Zber úrody zrna sa uskutočnil dňa 17.7.2015 a 23.7.2016. Stanovili sa vybrané kvalitatívne parametre zrna pšenice: obsah hrubého proteínu (dusíkaté látky), obsah mokrého lepku, podiel zrna 1. triedy, hmotnosť tisíc zrn (HTZ) a objemová hmotnosť zrna.

Výsledky a diskusia

Hodnotenie dosiahnutých výsledkov s ozimnou pšenice vo vegetačnom období 2014/2015

V pokusnom roku 2014/2015 boli relatívne nepriaznivé poveternostné podmienky pre pestovanie ozimných obilnín. V jesennom období roku 2014 počas mesiacov október až december t.j. do konca kalendárneho roka 2014 bol značný deficit zrážok –74 mm v porovnaní so 40-ročným normálom, čo vytvorilo veľmi nepriaznivé vlhové podmienky pre vzhádzanie a zakorenenie ozimnej pšenice do nastupujúcej zimy (tab. 3). V jarnom období roku 2015 v mesiacoch január až marec porasty ozimnej pšenice mali taktiež podstatný deficit zrážok, t.j. –42 mm oproti dlhodobému normálu. Apríl bol zrážkovo na úrovni dlhodobého normálu a máj mal nadbytok zrážok až +44 mm v porovnaní s dlhodobým normálom. V závere vegetácie ozimnej pšenice t.j. jún bol zrážkovo v deficite až –49 mm v porovnaní s normálom, čo tiež negatívne ovplyvnilo výslednú úrodu zrna pšenice ozimnej.

Tabuľka 3: Úhrn zrážok v mm na lokalite Breznička v rokoch 2014–2015

Table 3: Sum of precipitation in locality Breznička in years 2014–2015

Mesiac (1)	Mesačný úhrn mm (2)	40-ročný priemer v mm (3)	Rozdiel oproti normálu (4)
Október 2014	14	35	-21
November 2014	11	49	-38
December 2014	20	35	-15
Január 2015	8	26	-18
Február 2015	13	28	-15
Marec 2015	16	25	-9
Apríl 2015	32	32	0
Máj 2015	93	49	+44
Jún 2015	18	67	-49

(1) month, (2) monthly sum, (3) 40-year average, (4) difference to normal

Slabo kyslá pôda s dobrým obsahom P a Mg a stredným obsahom K a aplikovanou výživou v priemere celého pokusu vyprodukovala úrodu zrna 6,91 t·ha⁻¹ napriek zrážkovému deficitu -121 mm počas celého vegetačného obdobia pšenice ozimnej v porovnaní s dlhodobým normálom.

Dosiahnutá úroda zrna odrody pšenice ozimnej 'Lukulus' je uvedená v tabuľke 4. V daných pôdno-klimatických podmienkach lokality Breznička aplikovaná výživa na variantoch 1 až 3 (DASA 26/13, DASA H a ENSIN + DASA) zvýšila úrodu zrna v porovnaní s priemerom pokusu o 0,03 t·ha⁻¹ až 0,43 t·ha⁻¹, t.j. o 0,4% až 6,2%. Nižšia úroda ako priemer pokusu o 0,11 t·ha⁻¹ až 0,53 t·ha⁻¹, t.j. o 1,6% až 7,7% sa dosiahla na variantoch výživy, na ktorých boli aplikované hnojivo ENSIN a kombinácia hnojív DASA 26/13 + ENSIN.

Pozitívny účinok hnojiva DASA H oproti hnojivu DASA 26/13 sa v pokuse nepotvrdil, ale naopak hnojivo DASA H v porovnaní so samotným hnojivom DASA 26/13 vyprodukovalo o 3,5% nižšiu úrodu (o 0,26 t·ha⁻¹ menej). Neprejavanie sa priaznivých vlastností prídavku humínových látok je možné vysvetliť podstatným nedostatkom zrážok takmer počas celého vegetačného obdobia ozimnej pšenice, okrem mesiaca máj, kde bol nadbytok zrážok až +44 mm oproti dlhodobému normálu.

Tabuľka 5: Vplyv aplikovaných hnojív na vybrané kvalitatívne parametre zrna ozimnej pšenice (2014/2015)

Table 5: Effect of applied fertilizers on the quality parameters of winter wheat grain

Variant výživy (1)	Hrubý proteín % (2)	Mokrý lepok % (3)	Podiel zrna 1. triedy (4)	Objemová hmotnosť g·l ⁻¹ (5)	HTZ g (6)
Priemer variantov	13,12	30,29	91,6	823,4	46,8
1 – DASA H	12,31	30,00	94,9	822,2	46,4
2 – DASA	14,48	31,21	86,2	822,0	47,2
3 – ENSIN + DASA	12,43	30,66	92,1	822,2	46,6
4 – ENSIN	13,40	28,91	92,3	826,0	47,2
5 – DASA + ENSIN	13,00	30,66	92,4	824,8	46,8
Vyjadrenie v relatívnych % (7)					
Priemer variantov	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1 – DASA H	93,8	99,0	103,6	99,9	99,1
2 – DASA	110,4	103,0	94,1	99,8	100,9
3 – ENSIN + DASA	94,7	101,2	100,5	99,9	99,6
4 – ENSIN	102,1	95,4	100,8	100,3	100,9
5 – DASA + ENSIN	99,1	101,2	100,9	100,2	100,0

(1) treatment of nutrition, (2) crude protein, (3) wet gluten, (4) 1st class grain portion, (5) volume weight, (6) thousand kernel weight, (7) relatively in %

Tabuľka 4: Vplyv aplikovaných hnojív na úrodu zrna ozimnej pšenice v t·ha⁻¹ (2014/2015)

Table 4: Effect of applied fertilizers on the grain yield of winter wheat

Variant výživy (1)	Úroda zrna (t·ha ⁻¹) (2)	Vyjadrenie v relatívnych % (3)
Priemer variantov	6,91	100,0
1 – DASA H	7,08	102,5
2 – DASA	7,34	106,2
3 – ENSIN + DASA	6,94	100,4
4 – ENSIN	6,38	92,3
5 – DASA + ENSIN	6,80	98,4

(1) treatment of nutrition, (2) grain yield, (3) relatively in %

Priaznivý efekt hnojiva ENSIN, ktorý má rovnaký obsah živín ako hnojivo DASA 26/13, ale obsahuje inhibítory nitrifikácie dikyándiamid a 1,2,4-triazol, v porovnaní s hnojivom DASA 26/13 sa v pokuse nepotvrdil, ale naopak hnojivo ENSIN vyprodukovalo až o 13,9 % nižšiu úrodu zrna (o 0,96 t·ha⁻¹ menej) v porovnaní so samotným hnojivom DASA 26/13.

Z testovania hnojiva ENSIN s obsahom inhibítorov nitrifikácie, dikyándiamid a 1,2,4-triazol, sa úrodovo najlepšie prejavila kombinácia hnojenia na variante výživy č. 3 – kombinácia hnojív ENSIN + DASA 26/13, keď sa zvýšila úroda zrna oproti kombináciám hnojenia na variante výživy č. 4 – samostatné hnojivo ENSIN o 0,56 t·ha⁻¹, t.j. o 8,1% a na hnojenom variante č. 5 – kombinácia hnojív DASA 26/13 + ENSIN o 0,14 t·ha⁻¹, t.j. o 2%.

Vplyv aplikovaných hnojív na niektoré vybrané kvalitatívne parametre zrna ozimnej pšenice, odrody 'Lukulus' je uvedený v tabuľke 5.

Priaznivý účinok hnojiva DASA H oproti hnojivu DASA 26/13 sa nepotvrdil ani pri ovplyvnení kvalitatívnych parametrov zrna pšenice ozimnej. Aplikácia hnojiva DASA H znížila obsah lepku o 4%, obsah hrubého proteínu o 16,6% a HTZ o 1,8% v porovnaní s aplikáciou hnojiva DASA 26/13. Objemová hmotnosť zrna nebola ovplyvnená. Po aplikácii hnojiva DASA H sa podiel zrna 1. triedy zvýšil o 9,5 % v porovnaní s hnojivom DASA 26/13.

Tabuľka 6: Úhrn zrážok v mm na lokalite Breznička v rokoch 2015–2016

Table 6: Sum of precipitation in locality Breznička in 2015–2016

Mesiac (1)	Mesačný úhrn (mm) (2)	40-ročný priemer (mm) (3)	Rozdiel oproti normálu (4)
Október 2015	76	35	+41
November 2015	36	49	-13
December 2015	6	35	-29
Január 2016	37	26	+11
Február 2016	111	28	+83
Marec 2016	19	25	-6
Apríl 2016	31	32	-1
Máj 2016	69	49	+20
Jún 2016	82	67	+15

(1) month, (2) monthly sum, (3) 40-year average, (4) difference to normal

Hoci sa z testovania hnojiva ENSIN úrodovo najlepšie prejavila kombinácia hnojív ENSIN + DASA 26/13 v porovnaní s variantmi výživy 4 a 5, avšak po aplikácii hnojív ENSIN + DASA sa zhoršili kvalitatívne parametre zrna pšenice a to obsah hrubého proteínu o 4,4–7,4% a znížila sa aj HTZ o 0,4–1,3%. Pokles objemovej hmotnosti a podielu zrna 1. triedy predstavoval len 0,3–0,4%. Obsah lepku bol pozitívne ovplyvnený oproti variantu č. 4 a to jeho zvýšením o 5,8%.

Aplikácia hnojiva ENSIN na variante výživy č. 4 vyprodukovala nižšiu úrodu o 8,1% v porovnaní s aplikáciou hnojív ENSIN + DASA 26/13, ale táto aplikácia hnojiva ENSIN podstatne zvýšila obsah hrubého proteínu o 7,4%.

Kombinácia hnojenia s ENSIN-om na variante výživy 5 vyprodukovala mierne nižšiu úrodu o 2% oproti variantu hnojenia 3 (ENSIN + DASA 26/13) a zvýšil sa obsah hrubého proteínu o 4,4%, ale obsah lepku sa nezmenil na týchto variantoch výživy.

Hodnotenie dosiahnutých výsledkov s ozimnou pšenicou vo vegetačnom období 2015/2016

V pokusom roku 2015/2016 boli pomerne priaznivé poveternostné podmienky pre pestovanie ozimných obilnín. V jesennom období roku 2015 počas mesiacov október až december t.j. do konca kalendárneho roka 2015 bol zanedbateľný nedostatok zrážok -1 mm ako je 40-ročný normál, čo vytvorilo priaznivé vlhové podmienky pre vchádzanie a zakorenenie ozimnej pšenice do nastupujúcej zimy (tab. 6). V jarom období roku 2016 v mesiacoch január až marec porasty ozimnej pšenice mali už značný nadbytok zrážok t.j. +88 mm oproti dlhodobému normálu. Apríl bol zrážkovo na úrovni normálu a máj mal nadbytok zrážok +20 mm. V závere vegetácie ozimnej pšenice t.j. jún bol zrážkovo v 15 mm nadbytku v porovnaní s normálom.

Slabo kyslá pôdna reakcia, dobrý obsah P a Mg a stredný obsah K a aplikovaná výživa v priemere celého pokusu vyprodukovala úrodu zrna 8,10 t·ha⁻¹. Rovnomerné rozdelenie zrážok v roku 2016 a 121 mm nadbytok zrážok počas celého vegetačného obdobia pšenice oproti dlhodobému normálu sa pozitívne prejavili na úrode a kvalite zrna ozimnej pšenice.

Dosiahnutá úroda zrna odrody pšenice ozimnej Lukulus je uvedená v tabuľke 7. V daných pôdno-klimatických podmienkach lokality Breznička aplikovaná výživa na variantoch 1, 3 a 4 (DASA H, ENSIN + DASA 26/13 a EN-

Tabuľka 7: Vplyv aplikovaných hnojív na úrodu zrna ozimnej pšenice (2015/2016)

Table 7: Effect of applied fertilizers on the grain yield of winter wheat

Variant výživy (1)	Úroda zrna (t·ha ⁻¹) (2)	Vyjadrenie v relatívnych % (3)
Priemer variantov	8,10	100,0
1 – DASA H	8,13	100,4
2 – DASA	8,06	99,5
3 – ENSIN + DASA	8,25	101,9
4 – ENSIN + DASA H	8,19	101,1
5 – ENSIN	7,88	97,3

(1) treatment of nutrition, (2) grain yield, (3) relatively in %

SIN + DASA H) zvýšila úrodu zrna oproti priemeru pokusu o 0,03 t·ha⁻¹ až 0,15 t·ha⁻¹, t.j. o 0,4% až 1,9%. Nižšia úroda ako priemer pokusu o 0,04 t·ha⁻¹ až 0,22 t·ha⁻¹, t.j. o 0,5% až 2,7% sa dosiahla na variantoch výživy, kde boli aplikované hnojivá DASA 26/13 a ENSIN.

Positívny účinok na variante č. 1, kde bolo aplikované hnojivo DASA H oproti variantu č. 2, kde bolo aplikované hnojivo DASA 26/13 sa prejavil v miernom zvýšení úrody zrna pšenice o 0,07 t·ha⁻¹, t.j. o 0,9%.

Pri porovnávaní účinnosti hnojiva DASA H na variante výživy 1 a aplikovaného hnojiva ENSIN v kombinácii s hnojivom DASA H na variante výživy 4 sa pôsobením hnojiva DASA H mierne znížila úroda zrna o 0,06 t·ha⁻¹, t.j. o 0,7% oproti variantu, na ktorom bola uskutočnená kombinovaná aplikácia hnojív ENSIN a DASA H.

Aplikácia hnojiva ENSIN s obsahom inhibítorov nitrifikácie v jednorazovej dávke 140 kg·ha⁻¹ N a 70 kg·ha⁻¹ S na regeneračné hnojenie (variant č. 5) vyprodukovala najnižšiu úrodu zrna 7,88 t·ha⁻¹, čo je o 0,22 t·ha⁻¹, resp. o 2,7% menej ako je priemer všetkých variantov. Ale kombinovaná aplikácia hnojív ENSIN + DASA 26/13 na variante výživy č. 3 pozitívne ovplyvnila tvorbu úrody zrna pšenice. Na tomto variante výživy sa dosiahla najvyššia úroda zrna, a to o 0,15 t·ha⁻¹ viac oproti priemeru všetkých variantov a o 0,37 t·ha⁻¹, resp. o 4,6% viac ako na variante výživy, kde bolo samostatne aplikované hnojivo ENSIN.

Vplyv aplikovaných hnojív na niektoré vybrané kvalitatívne parametre zrna ozimnej pšenice, odrody 'Lukulus' je uvedený v tabuľke 8.

Positívny účinok hnojiva DASA H na vybrané kvalitatívne parametre zrna pšenice oproti hnojivu DASA 26/13 sa v pokuse potvrdil. Aplikácia hnojiva DASA H výraznejšie zvýšila obsah lepku o 3,7%, obsah hrubého proteínu o 4% a HTZ o 4,3%. Mierne sa znížila objemová hmotnosť zrna o 0,8% a podiel zrna 1. triedy o 1,5% v porovnaní s hnojivom DASA 26/13.

Kombinovaná aplikácia hnojív ENSIN a DASA H zvýšila obsah hrubého proteínu o 3,2%, HTZ o 1,7%, podiel zrna 1. triedy o 3,4%. Objemová hmotnosť zrna sa zvýšila o 1%. Obsah lepku sa znížil o 1,5% oproti variantu výživy, na ktorom bola aplikovaná DASA H.

Účinok aplikácie hnojiva ENSIN mal nepriaznivý vplyv na vybrané kvalitatívne parametre zrna ozimnej pšenice. Všetky sledované kvalitatívne parametre boli na najnižšej úrovni v rámci tohto pokusu. Obsah lepku sa znížil o 12,7%, obsah hrubého proteínu o 9,8%, podiel zrna 1. triedy o 6,5%, HTZ o 9,8% a objemová hmotnosť zrna o 3,6% v porovnaní s variantom výživy, na ktorom bola vykonaná kombinovaná aplikácia hnojiva ENSIN spolu s hnojivom DASA H.

Tabuľka 8: Vplyv aplikovaných hnojív na vybrané kvalitatívne parametre zrna ozimnej pšenice (2015/2016)

Table 8: Effect of applied fertilizers on the quality parameters of winter wheat grain

Variant výživy (1)	Hrubý proteín % (2)	Mokrý lepok % (3)	Podiel zrna 1. triedy (4)	Objemová hmotnosť g·l ⁻¹ (5)	HTZ g (6)
Priemer variantov	13,32	30,23	93,2	769	46,5
1 – DASA H	13,55	31,74	93,0	772	48,0
2 – DASA	13,02	30,63	94,4	778	46,0
3 – ENSIN + DASA	13,35	30,96	92,4	764	45,6
4 – ENSIN + DASA H	13,97	31,30	96,2	780	48,8
5 – ENSIN	12,71	26,52	90,1	752	44,2
Vyjadrenie v relatívnych % (7)					
Priemer variantov	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1 – DASA H	101,7	105,0	99,8	100,4	103,2
2 – DASA	97,7	101,3	101,3	101,2	98,9
3 – ENSIN + DASA	100,2	102,4	99,1	99,3	98,1
4 – ENSIN + DASA H	104,9	103,5	103,2	101,4	104,9
5 – ENSIN	95,4	87,7	96,7	97,8	95,1

(1) treatment of nutrition, (2) crude protein, (3) wet gluten, (4) 1st class grain portion, (5) volume weight, (6) thousand kernel weight, (7) relatively in %

Záver

V daných pôdno–klimatických podmienkach lokality Breznička vo vegetačnom období pšenice 2014/2015 aplikovaná výživa na variantoch 1 až 3 (DASA 26/13, DASA H a ENSIN + DASA) zvýšila úrodu zrna oproti priemeru pokusu o 0,03 t·ha⁻¹ až 0,43 t·ha⁻¹. Nižšia úroda ako priemer pokusu o 0,11 t·ha⁻¹ až 0,53 t·ha⁻¹ sa dosiahla na variantoch č. 4 a 5 (ENSIN a DASA 26/13 + ENSIN). Pozitívny účinok hnojív DASA H a ENSIN oproti hnojivu DASA 26/13 sa v pokuse nepotvrdil, ale naopak hnojivo DASA H vyprodukovalo o 3,5% nižšiu úrodu a ENSIN vyprodukovalo až o 13,9% nižšiu úrodu v porovnaní so samotným hnojivom DASA 26/13. Z testovania hnojiva ENSIN s obsahom inhibítorov nitrifikácie sa úrodovo najlepšie prejavila kombinácia hnojenia na variante výživy č. 3 ENSIN + DASA 26/13, keď sa zvýšila úroda zrna oproti kombináciám hnojenia na variante výživy č. 4, kde bolo aplikované len samotné hnojivo ENSIN o 8,1% a na hnojenom variante č. 5, na ktorom bola vykonaná aplikácia hnojív DASA 26/13 + ENSIN o 2%.

Aplikácia hnojiva DASA H nemala priaznivý vplyv na kvalitatívne parametre zrna pšenice oproti hnojivu DASA 26/13.

Hoci sa z testovania hnojiva ENSIN úrodovo najlepšie prejavila kombinácia hnojív ENSIN + DASA 26/13 v porovnaní s variantmi výživy 4 a 5, avšak po aplikácii hnojív ENSIN + DASA 26/13 sa zhoršili kvalitatívne parametre zrna pšenice.

V daných pôdno–klimatických podmienkach lokality Breznička vo vegetačnom období pšenice 2015/2016 aplikovaná výživa na variantoch 1, 3 a 4 (DASA H, ENSIN + DASA 26/13 a ENSIN + DASA H) zvýšila úrodu zrna oproti priemeru pokusu o 0,03 t·ha⁻¹ až 0,15 t·ha⁻¹. Nižšia úroda ako priemer pokusu o 0,04 t·ha⁻¹ až 0,22 t·ha⁻¹ sa dosiahla na variantoch výživy č. 2 a 5 (DASA 26/13 a ENSIN).

Pozitívny účinok na variante č. 1, kde bolo aplikované hnojivo DASA H oproti variantu č. 2, kde bolo aplikované hnojivo DASA 26/13 sa prejavil v miernom zvýšení úrody zrna pšenice o 0,07 t·ha⁻¹.

Pri porovnávaní účinnosti hnojiva DASA H a hnojiva ENSIN v kombinácii s hnojivom DASA H, sa pôsobením hno-

jiva DASA H mierne znížila úroda zrna o 0,06 t·ha⁻¹ oproti kombinácii hnojív ENSIN + DASA H.

Aplikácia hnojiva ENSIN s obsahom inhibítorov nitrifikácie v jednorazovej dávke 140 kg·ha⁻¹ N a 70 kg·ha⁻¹ S na regeneračné hnojenie vyprodukovala najnižšiu úrodu zrna (7,88 t·ha⁻¹), čo je o 2,7% menej ako je priemer všetkých variantov. Ale kombinovaná aplikácia hnojív ENSIN + DASA 26/13 mala pozitívny vplyv na tvorbu úrody zrna pšenice. Na tomto variante výživy sa dosiahla najvyššia úroda zrna, a to o 0,15 t·ha⁻¹ viac oproti priemeru všetkých variantov a o 0,37 t·ha⁻¹ viac ako na variante výživy, kde bolo samostatne aplikované hnojivo ENSIN.

Aplikácia hnojiva ENSIN mala štatisticky nepreukazne nepriaznivý vplyv na vybrané kvalitatívne parametre zrna ozimnej pšenice.

Literatúra

- (1) ALLIEVI, L. – MARCHESINI, A. – SALARDI, C. – PIANO, V. – FERRARI, A. 1993. Plant quality and soil residual fertility six years after a compost treatment. In: *Bioresource Technology*, 1993, 43, 85–89.
- (2) ATIYEH, R. M. – SUBLER, S. – EDWARDS, C. A. – METZGER, J. *Pedobiologia*, 1999, 43, 724–728.
- (3) BÍZIK, J. 1989. Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom. Bratislava: VEDA, 189 s. ISBN 80–224–0041–6.
- (4) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra: SPU, 2000, 452 s. ISBN 80–7137–836–4.
- (5) HAY, R. – PORTER, J. 2006. *The physiology of crop yield*. 2nd Edition. Blackwell Publishing, 314 pp. ISBN 13:978–14051–0859–1.
- (6) KOVÁČIK, P. 2009. *Výživa a systémy hnojení rastlín*. Praha: Kurent s. r. o., 2009, 105 s. ISBN 978–80–87111–16–1.
- (7) KUČERÍK, J. 1998. *Diplomová práca: Aplikace metody Terrella L–Hilla na problem partikulace lignitu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1998.
- (8) LOVLEY, D. R. – COATES, J. D. – BLUNT–HARRIS, E. L. – PHILIPS, E. J. P. – WOODWARD, J. C. 1996. Humic substances as electronacceptors for microbial respiration. In: *Nature*, 1996, 382, 445–448.
- (9) LOŽEK, O. – HANÁČKOVÁ, E. 2016. *Výživa pšenice letnej formy ozimnej*. Nitra: SPU, 2016, 101 s. ISBN 978–80–552–1565–5.
- (10) MARCHESINI, A. – ALLIEVI, L. – COMOTTI, E. – FERRARI, A. 1988. Long–term effects of quality compost–treatment on soil. In: *Plant and Soil*, 1988, 106, 253–261.

- (11) MEČIAR, L. 2008. Možnosti ovplyvnenia množstva a kvality produkcie zrna pšenice letnej f. ozimnej. In: Zborník „I. vedecké agronomické dni“ SPU Nitra, 2008, s. 155–158. ISBN 978–80–552–0125.
- (12) MICHALÍK, I. 2001. Molekulárne a energetické aspekty príjmu a asimilácie živín v rastlinách. Nitra: SPU, 2001, 158 s. ISBN 807–137–8364.
- (13) MUCHOVÁ, Z. 2001. Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využitie. Nitra: SPU, 2001, s. 13–84. ISBN 80–71379239.
- (14) NÁTR, L. – LAWLOR, D. W. 2005. Photosynthetic plant productivity. In: Pessaraki M. (ed.): Handbook of Photosynthesis. Tazlor and Francis. Boca Raton. S.501–524.
- (15) PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š. 1986. Kvalita pšenice. Bratislava: Príroda, 1986, 189 s.
- (16) SPARKS, D. L. Environmental Soil Chemistry, Academic Press, San Diego, 1995.
- (17) STEVENSON, F. J. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions, Wiley, New York, 1994, 512 s. ISBN 978–0–471–59474–1.
- (18) TORMA, S. 1995. The present level of fertilization and yield of cereals in Slovakia. In: Fragmenta agronomica, XII, Nr. 2 (46), 22–23.
- (19) VANĚK, V. – LOŽEK, O. et al. 2013. Výživa poľných a záhradných plodín. Nitra: Profi Press SK s. r. o., 2013, 15 s. ISBN 978–80–970572–3–7.
- (20) ZIMOLKA, J. – EDLER, S. – HŘIVNA, L. et al. 2005. Pšenice, pěstování, hodnocení a užití zrna. Praha: Profi Press, s. r. r., 2005, 180 s. ISBN 80–8626–09–6.

*Ing. Zuzana Panáková,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Katedra agrochémie a výživy rastlín,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
email: zuzka.panakova89@gmail.com*

Podakovanie

*Príspevok vznikol s finančnou podporou
Európskeho spoločenstva v rámci projektu:
Vybudovanie výskumného centra „AgroBioTech”,
projekt číslo 26220220180.*

*This work was co-funded by European Community
under project no 26220220180:
Building Research Centre „AgroBioTech”.*