

vedecký časopis pre racionálne využívanie agrochemikálií v poľnohospodárstve
scientific journal for rational utilization of agrochemicals in agriculture

AGRO

chémia | chemistry

volume XXII. (58)

2018

AGRO

c h é m i a

vedecký časopis pre racionálne využívanie
agrochemikálií v poľnohospodárstve



AGRO

c h e m i s t r y

scientific journal for rational utilization
of agrochemicals in agriculture

Ročník XXII. (58), číslo 1/2018, vydané február 2018

Vychádza dvakrát ročne

Šéfredaktor: prof. Ing. Otto Ložek, CSc.
Zást. šéfredaktora: doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.
Vedúca redaktorka: doc. Ing. Oľga Roháčiková, PhD.

Redakčná rada:

predseda: prof. Ing. Otto Ložek, CSc.
prof. Ing. Jiří Balík, CSc. (ČZU Praha, ČR)
prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc.
(MENDELU Brno, ČR)
Ing. František Kotvas, CSc.
Ing. Vincent Lacko
prof. Ing. Tomáš Lošák, PhD.
(MENDELU Brno, ČR)
prof. dr. hab. Barbara Filipek-Mazur
(Akademia Rolnicza, Krakow, Poľsko)
doc. Ing. Peter Ondříšek, CSc.
prof. Ing. Rostislav Richter, DrSc.
(MENDELU Brno, ČR)
doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.
prof. Dr. hab. Ewa Spychaj-Fabisiak
(UT-P, Bydgoszcz, Poľsko)
prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc.
(ČZU Praha, ČR)
prof. Ing. Ján Tomáš, CSc.
Ing. Kamil Vali (Duslo, a. s.)
prof. Ing. Václav Vaněk, CSc.
(ČZU Praha, ČR)

Adresa redakcie: Vydavateľstvo SPU, Tr. A. Hlinku 2,
949 76 Nitra
Tel.: 037 / 6414 569
Fax: 037 / 651 15 93
e-mail: olga.rohacikova@uniag.sk
otto.lozek@uniag.sk
pavol.slamka@uniag.sk

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita
v Nitre, verejná vysoká škola,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra
IČO 00397482

Povolené MK SR pod registračným číslom 1711/97
Časopis je excerptovaný do medzinárodného systému
AGRIS FAO

Časopis je možné zakúpiť alebo objednať v predajni kníh
v suteréne pavilónu „CH“ SPU v Nitre

web: www.agrochemia.uniag.sk

Sadzba: Tatiana Šmehilová

ISSN 1335-2415, EV 3392/09

© SPU Nitra a Duslo, a. s., 2018

Volume XXII. (58), Number 1/2018

It is published twice a year

Editor-in chief: prof. Ing. Otto Ložek, CSc.
Co-Editor: doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.
Executive editor: doc. Ing. Oľga Roháčiková, PhD.

Editorial board:

Chairman: prof. Ing. Otto Ložek, CSc.
prof. Ing. Jiří Balík, CSc. (ČZU Praha, CR)
prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc.
(MENDELU Brno, CR)
Ing. František Kotvas, CSc.
Ing. Vincent Lacko
prof. Ing. Tomáš Lošák, PhD.
(MENDELU Brno, CR)
prof. dr. hab. Barbara Filipek-Mazur
(Akademia Rolnicza, Krakow, Poland)
doc. Ing. Peter Ondříšek, CSc.
prof. Ing. Rostislav Richter, DrSc.
(MENDELU Brno, CR)
doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.
prof. Dr. hab. Ewa Spychaj-Fabisiak
(UT-P, Bydgoszcz, Poland)
prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc.
(ČZU Praha, ČR)
prof. Ing. Ján Tomáš, CSc.
Ing. Kamil Vali (Duslo, a.s.)
prof. Ing. Václav Vaněk, CSc.
(ČZU Praha, CR)

Address of editorial office: Publish centre of SPU
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, SR
Tel.: +421 37 6414 569
Fax: +421 37 651 15 93
e-mail: olga.rohacikova@uniag.sk
otto.lozek@uniag.sk
pavol.slamka@uniag.sk

Permitted by MK SR with registration number 1711/97

The journal is comprised in international system of AGRIS FAO

The journal can be bought or ordered at the Slovak Agricultural
University in Nitra

web: www.agrochemia.uniag.sk

Set-type: Tatiana Šmehilová

ISSN 1335-2415, EV 3392/09

© SPU Nitra and Duslo, a. s., 2018

Vplyv hnojív na báze polysulfidov na zdravotný stav trávnikového porastu lipnice lúčnej (*Poa pratensis* L.)

The influence of polysulfide based fertilizers on the health status of *Poa pratensis* L. lawn

Peter Kovár, Ľuboš Vozár,
Peter Hric, Petra Verešová

The aim of this experiment was to find out the effect of polysulphide based fertilizers on the occurrence and spread of foliar diseases in the lawn of *Poa pratensis* L. in 2016. The experiment was realized under natural conditions in Nitra (western Slovakia). There were 8 variants in the experiment (1st control – without fertilization and without Sulka, 2nd fertilization N, P, K and without Sulka, 3rd Sulka N applied 6 times during vegetation period (6×), 4th Sulka N applied 2×, 5th Sulka NKS+ applied 60×, 6th Sulka NKS+ applied 2×, 7th Sulka K applied 6×, 8th Sulka K applied 2×). Only grass rust has been reported from leaf diseases. A better health condition was found when the plants were treated with a 1.5 % Sulka solution compared to untreated lawns. The more frequent application of Sulka (6 times during the vegetation period) significantly eliminated the degree of infection of *Poa pratensis* L. and the spread of grass rust in lawn. Sulka K applied 6 times during the vegetation period was the most effective of the fertilizers (preparations) used.

lawn, leaf diseases, grass rust, polysulfide preparations, sulphur fertilizer, *Poa pratensis* L.

Trávniky, ako vyhranené a celkom špecifické spoločenstvo niekoľkých druhov tráv, väčšinou intenzívne ošetrované, môžu byť v priebehu celého vegetačného obdobia poškodené pôsobením rôznych patogénov. Podľa literatúry (2) bol v našich podmienkach potvrdený výskyt iba 15 – 17 pôvodcov ochorení trávnikov, avšak iní autori (9, 13) uvádzajú približne 60 pôvodcov ochorení trávnikov. Dôvodom toho je, že v stredo európskych trávnikoch sú takmer výhradne zastúpené druhy mierneho pásma a taktiež používanie relatívne užšieho sortimentu trávnikových odrôd, väčšinou európskeho pôvodu. K podstatným následkom napadnutia trávnikov patrí, podľa viacerých autorov (5, 6, 12), aj výrazné zhoršenie „zeleného efektu“, t. j. priaznivého zmyslového pôžitku, ktorý človeku prináša súvislá zelená trávnatá plocha. Napadnutie trávnikov patogénmi nastáva najmä vtedy, keď je trávnik z rôznych príčin oslabený napríklad príliš vysokými, resp. nízkymi teplotami vzduchu, dlhodobou záťažou, nedostatkom vody, absenciou svetla, nedostatočnou alebo nevyváženou minerálnou výživou a pod. (14). Zvlášť minerálna výživa trávnikov je považovaná za jedno z ochranných opatrení nepriamej povahy (4) pokiaľ sa ňou zabezpečí dostatočné zásobenie živinami v podobe pevných (anorganických, organických) i kvapalných hnojív. Práve použitie kvapalných hnojív (tzv. mimokoreňová, foliárna výživa) má v porovnaní s pevnými

mi hnojivami viaceré prednosti, napr. eliminácia interakcií medzi iónmi v hnojive a v pôde, rýchle zlepšenie farebného aspektu trávnikov, odstránenie rušivého vizuálneho vplyvu granúl po aplikácii a pod. (10). Nesmieme však zabúdať ani na nedostatky kvapalných hnojív, ku ktorým sa zaraďujú nízke jednorazové dávky, krátkodobá účinnosť, možnosť „popálenia“ trávnikov pri použití vyššej koncentrácie a pod. (10, 12).

Cieľom experimentu bolo zistiť účinok kvapalných hnojív na báze polysulfidov na výskyt a rozširovanie listových chorôb v trávnikovom poraste lipnice lúčnej (*Poa pratensis* L.).

Materiál a metódy

Experiment bol realizovaný v poľných podmienkach Demonštračnej a výskumnej bázy Katedry trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín FAPZ SPU v Nitre v roku 2016.

Územie je charakteristické teplou nížinnou klímou s dlhým až veľmi dlhým, teplým a suchým letom a krátkou, mierne teplou, suchou až veľmi suchou zimou s krátkym trvaním snehovej prikrývky (30 – 40 dní). Priemerná ročná teplota vzduchu je 9,7 °C, dlhodobý priemer ročného úhrnu zrážok je 561 mm (16). Nadmorská výška je približne 160 m n. m. Pôdnym typom je ílovito-hlinitá fluvizem. Hrúbka humusového horizontu je hlboká (0,24 – 0,30 m) až stredne hlboká (0,18 – 0,24 m). Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa pri založení pokusu dokumentuje tabuľka 1.

Pre tento experiment bola ako modelový druh použitá lipnica lúčna (*Poa pratensis* L.) „Evora“. Je to nízka tráva s dlhými podzemnými výbežkami a s prevažne plytko sa rozprestierajúcim mohutne rozvetveným koreňovým systémom. Patrí medzi trávy s najpomalším vývinom (vzchádza za 28 – 36 dní) a plný rozvoj v poraste dosahuje až v 3. – 4. roku od sejby (5, 6, 10). Odroda Evora tvorí stredne hustý porast a má pomerne veľké listy, vďaka čomu pôsobí homogénne v kombinácii s kostravou trstovníkovitou (*Festuca arundinacea* Schreb.). Je vhodná pre suché a horúce oblasti, kde prispieva k „zelenému vzhľadu“ trávnikov počas leta a zvyšuje toleranciu voči zaťažovaniu (7). Porast bol založený ručným výsevom na jar v roku 2015 (16. apríla) metódou kolmo delených dielcov. Veľkosť parcelky bola 3,0 × 2,0 m a výsevok bol približne 25 g.m².

V pokuse sa sledovalo nasledovných 8 variantov:

1. **Kontrola (V1)** – bez hnojenia [v texte „kontrola“];
2. **s klasickým NPK hnojením (V2)** – LAD 27 (N) + Amofos NP 12/52 (P) + 60 % draselná soľ (K) [180–35–80] [v texte „NPK“];
3. **Sulka N 6× (V3)** – NPK ako V2 + aplikácia 1,5 % roztoku Sulky N 6× za vegetačné obdobie;
4. **Sulka N 2× (V4)** – NPK ako V2 + aplikácia 1,5 % roztoku Sulky N 2× za vegetačné obdobie;
5. **Sulka NKS+ 6× (V5)** – NPK ako V2 + aplikácia 1,5 % roztoku Sulky NKS+ 6× za vegetačné obdobie;
6. **Sulka NKS+ 2× (V6)** – NPK ako V2 + aplikácia 1,5 % roztoku Sulky NKS+ 2× za vegetačné obdobie;
7. **Sulka K 6× (V7)** – NPK ako V2 + aplikácia 1,5 % roztoku Sulky K 6× za vegetačné obdobie;
8. **Sulka K 2× (V8)** – NPK ako V2 + aplikácia 1,5 % roztoku Sulky K 2× za vegetačné obdobie.

Charakteristika použitých hnojív

LaD 27 – Liadok amónny s dolomitom (LAD) je sivobiele granulat NH_4NO_3 s jemne mletým dolomitom, ktorého prítomnosť znižuje prirodzenú kyslosť hnojiva. Obsahuje

Tabuľka 1: Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa pri založení pokusu
Table 1: Agrochemical soil properties of experimental site at establishment of experiment

pH/KCl	mg.kg ⁻¹						C _{ox} (g.kg ⁻¹)
	N	P	K	Mg	Ca	Na	
7,09	2 282	54	350	680	4 900	40	20,82

Tabuľka 2: Termíny aplikácie hnojív na varianty v roku 2016
Table 2: Application dates of fertilizers on variants in 2016

Typ hnojiva (počet aplikácií za rok) (1)	Celoročná dávka (g.m ⁻²) (2)	Dátum (3)					
N (LAD 27 %) (6×)	59,81	30.3.	3.5.	30.5.	30.6.	27.7.	31.8.
P (Amofos 52 % P ₂ O ₅) (1×)	15,42	30.3.					
K (draselná soľ 60 % K ₂ O) (1×)	16,07	30.3.					

(1) type of fertilizer (number of applications per year); (2) yearly dose; (3) date

Tabuľka 3: Termíny aplikácie Sulky na jednotlivé varianty v roku 2016
Table 3: Application dates of Sulka on individual variants in 2016

Druh Sulky (počet aplikácií za rok) (1)	Celoročná dávka Sulky (ml.m ⁻²) (2)	Dátum (3)					
Sulka N 1,5 % (2×)	2,5	30.3.				2.8.	
Sulka N 1,5 % (6×)	7,5	30.3.	6.5.	30.5.	1.7.	2.8.	31.8.
Sulka NKS+ 1,5 % (2×)	2,5	30.3.				2.8.	
Sulka NKS+ 1,5 % (6×)	7,5	30.3.	6.5.	30.5.	1.7.	2.8.	31.8.
Sulka K 1,5 % (2×)	2,5	30.3.				2.8.	
Sulka K 1,5 % (6×)	7,5	30.3.	6.5.	30.5.	1.7.	2.8.	31.8.

(1) type of Sulka (number of applications per year); (2) yearly dose of Sulka; (3) date

Tabuľka 4: Termíny zavlažovania porastov v roku 2016
Table 4: Irrigation dates of turf in 2016

Poradie (1)	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Dátum (2)	10.6.	20.6.	23.6.	27.6.	29.6.	8.7.	11.7.	25.7.	13.9.

(1) order; (2) date

Tabuľka 5: Termíny hodnotení porastu lipnice lúčnej v roku 2016
Table 5: Evaluation dates of *Poa pratensis* L. lawn in 2016

Hodnotenie (1)	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Dátum (2)	9.5.	16.5.	27.5.	3.6.	10.6.	22.6.	6.7.	18.7.	27.7.
Hodnotenie	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	–
Dátum	4.8.	15.8.	25.8.	7.9.	14.9.	21.9.	30.9.	25.10.	–

(1) evaluation; (2) date

27 % dusíka. Hnojivo je povrchovo upravené proti spekaniu. Vápnik aj horčík sa nachádzajú vo forme uhličitanov nerozpustných vo vode. Pomer obsahu N-NO₃⁻ a N-NH₄⁺ je 1 : 1.

Amofos NP 12/52 je šedobiele granulované organominerálne hnojivo s 12 % obsahom N a 52 % obsahom P₂O₅. Z celkového obsahu fosforu je min. 40 % vodorozpustného P₂O₅.

Draselná soľ je v podstate technická soľ KCl s obsahom 60 % K₂O. Celkový obsah chlóru je približne 48 %, neobsahuje žiadne sprievodné soli.

Sulka N (15–0–1 + 6CaO + 15S) je číra, červenohnedá kvapalina so sírnym zápachom. Je to vysoko koncentrovaný vodný roztok močoviny s polysulfidmi a tiosíranmi vápenatými a draselnými s neobmedzenou rozpustnosťou vo vode.

Sulka NKS Plus (13–0–8 + 1CaO + 13S) je číra, červenohnedá kvapalina so sírnym zápachom. Je to vysoko koncentrovaný vodný roztok močoviny s polysulfidmi a tio-

síranmi draselnými a vápenatými s neobmedzenou rozpustnosťou vo vode. Pomer obsahu N : S je 1 : 1.

Sulka K (3–0–14 + 2CaO + 19S) je číra, červenohnedá kvapalina so sírnym zápachom. Je to vysoko koncentrovaný vodný roztok polysulfidov a tiosíranov draslíka a vápnika doplnený močovinou a podobne ako predchádzajúce polysulfidové hnojivá má neobmedzenú rozpustnosť vo vode. Hnojivo poskytuje najvyšší obsah síry a draslíka spomedzi kvapalných hnojív. Prítomné tiosírany a polysulfidy sú nielen bohatým zdrojom síry, ale zvyšujú aj účinnosť využitia dusíka z močoviny, kedy pôsobia ako inhibítory nitrifikácie. Všetky uvedené polysulfidové prípravky znižujú kyslosť pôdy a potláčajú činnosť pôdných patogénov.

Systém hnojenia a aplikácie Sulky v roku 2016 je uvedený v tabuľkách 2 a 3.

V roku 2016 bol trávnikový porast zavlažovaný jednorazovou dávkou v intenzite približne 10 mm v nasledovných termínoch (tabuľka 4).

Tabuľka 6: Klasifikátor pre hodnotenie miery napadnutia rastlín listovými chorobami – hrdze (11)

Table 6: Classifier for assessing the infection range of plants by grass leaf diseases – grass rust (11)

Stupeň (1)	Popis (2)
1	bez napadnutia
2	výskyt kôpok do 1 % plochy listu a pošvy listu
3	výskyt jednotlivých kôpok do 5 % plochy stebiel alebo listov a listových pošiev, v malých ohniskách, vždy chlorotické škvrny
4	na 10 % rastlín sú na listoch, listových pošvách a na stebloch cca 3 kôpky v skupinke, plošné napadnutie v ohniskách
5	tretina všetkých rastlín je z 15 % pokrytá kôpkami hrdze s chlorotickými škvrnami na listoch i stebloch, infekcia vo veľkých ohniskách
6	do 30 % plochy stebiel a listov je pokrytá kôpkami hrdze s malými chlorotickými škvrnami, napadnutie prechádza v plošné
7	viac ako polovica rastlín je z 30 – 50 % pokrytá kôpkami hrdze trávnej na stebloch i listoch, odumierajú staršie listy a niektoré odnože
8	na väčšine rastlín je nad 50 % steblo pokryté kôpkami hrdze trávnej
9	súvislé pokrytie stebiel a klasov hrdzou, odumieranie väčšiny listov a odnoží

(1) degree; (2) description

Tabuľka 7: Priemerné mesačné teploty (°C) a množstvo zrážok (mm) počas vegetácie v roku 2016 v porovnaní s dlhodobým priemerom za roky 1961 – 1990

Table 7: Average monthly temperatures (°C) and precipitation (mm) during the vegetation in 2016 compared with long-term average for 1961–1990

Mesiac (1)	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Teplota (°C) 2016 (2)	6,2	11,6	16,2	20,5	22,1	19,8	17,7	9,5
Teplota (°C) 1961 – 1990 (3)	5,0	10,4	15,1	18,0	19,8	19,3	15,6	10,4
Zrážky (mm) 2016 (4)	14,0	20,5	87,1	94,5	154,5	72,3	48,0	79,8
Zrážky (mm) 1961 – 1990 (5)	30,0	39,0	58,0	66,0	52,0	61,0	40,0	36,0

(1) month; (2) temperature 2016; (3) temperature 1961–1990; (4) precipitation 2016; (5) precipitation 1961–1990

Zdroj: 1; upravené)

Hodnotenie zdravotného stavu porastu sa robilo vždy pred kosbou, ktorá sa realizovala pri dosiahnutí priemernej výšky trávnikovej približne 80 – 100 mm. Termíny kosieb, resp. jednotlivých hodnotení trávnikového porastu lipnice sú prezentované v tabuľke 5.

V experimente realizovanom v prirodzených podmienkach sa hodnotil účinok prípravkov voči listovým chorobám sledovaním výskytu listových chorôb pri kosbe s následným stanovením miery (stupňa) napadnutia rastlín podľa metodiky (11) (tabuľka 6) a plošného rozsahu napadnutia porastu (v %).

Priebeh poveternostných podmienok v roku 2016 (v porovnaní s dlhodobým priemerom za roky 1961 – 1990) dokumentuje tabuľka 7.

Výsledky boli spracované v programe MS Excel a STATISTICA (jednofaktorová analýza rozptylu s následným testovaním podľa Fischera – LSD test pri 95 % hladine významnosti).

Výsledky a diskusia

Z hľadiska použitia prípravkov na báze polysulfidov (Sulka) je výrobcom deklarovaný, okrem hnojivého účinku, aj ich vplyv na zdravotný stav rastlín (8). Počas vegetačného obdobia v roku 2016 sa v trávnikovom poraste zistil iba výskyt hrdze trávnej, ktorej pôvodcami sú huby rodu *Puccinia* sp. a *Uromyces* sp. Táto choroba sa zaraďuje k tzv. chorobám sezónneho typu, ktoré znižujú estetickú hodnotu trávnikovej bez vážnejšieho poškodenia porastu (4).

Zhodnotenie zdravotného stavu porastu lipnice lúčnej v roku 2016 je vyjadrené mierou (stupňom) napadnutia rastlín (obr. 2) a rozsahom napadnutia porastu (obr. 3).

V poraste lipnice lúčnej bez aplikácie Sulky (V1 – kontrola, V2 – NPK) sa prvý výskyt hrdze zaznamenal na začiatku júna s 95 % (V1) a 10 % (V2) plošným rozšírením.

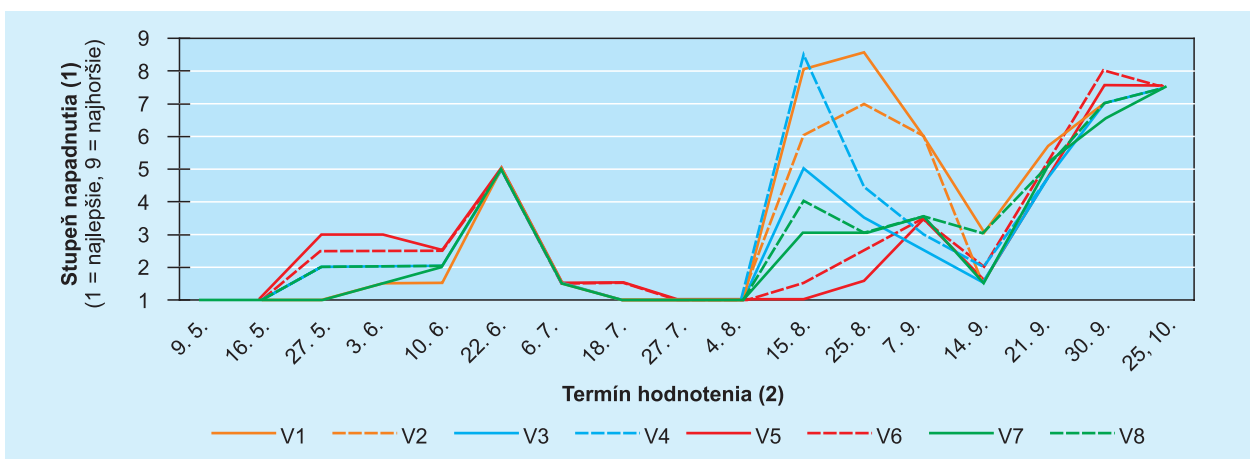
Obr. 1: Porast lipnice lúčnej napadnutý hrdzou trávnu (7. 9. 2016)

Fig. 1: *Poa pratensis* lawn infected with grass rust



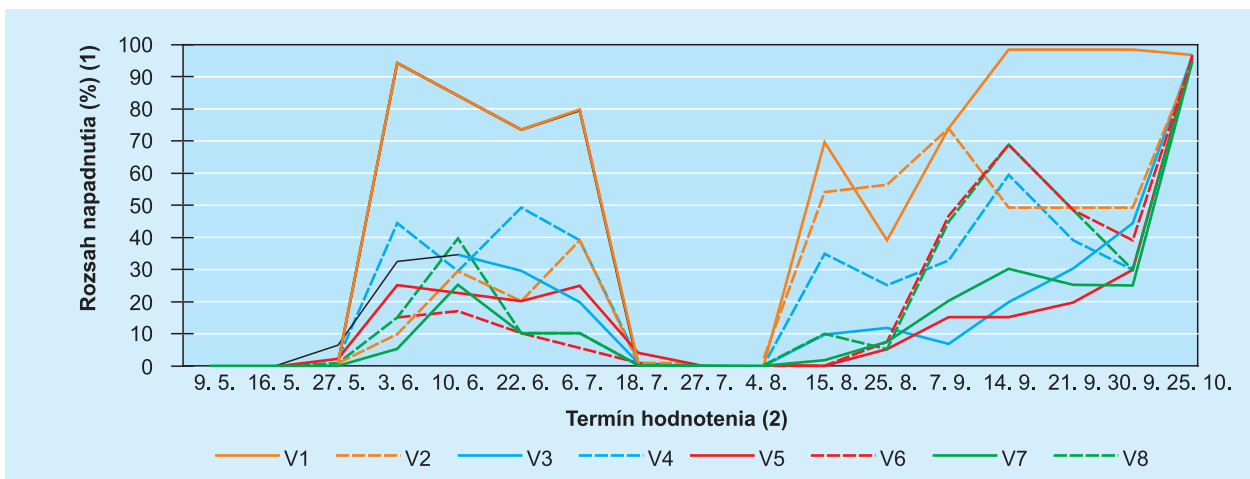
Miera napadnutia rastlín bola minimálna (stupeň 1 – 2 na stupnici 1 – 9, kde 1 je najlepšia úroveň hodnoteného znaku). V ďalšom období malo rozširovanie hrdze vo V1 skôr klesajúci charakter, avšak vo V2 naopak, rastúci charakter. Na začiatku 3. dekády júna (22.6.) sa prítomnosť hrdze na listoch lipnice lúčnej zvýraznila zo stupňa 1 – 2 na stupeň 5 uvedenej stupnice. Následne sa výskyt hrdze eliminoval a porasty boli bez viditeľných známkov napadnutia až do polovice augusta, kedy sa opätovne potvrdila prítomnosť hrdze v poraste uvedených variantov v rozsahu 55 % (V2) – 70 % (V1) s relatívne vysokou mierou na-

Obr. 2: Stupeň napadnutia lipnice lúčnej hrdzou trávnu v roku 2016
Fig. 2: Degree of infection of *Poa pratensis* with grass rust in 2016



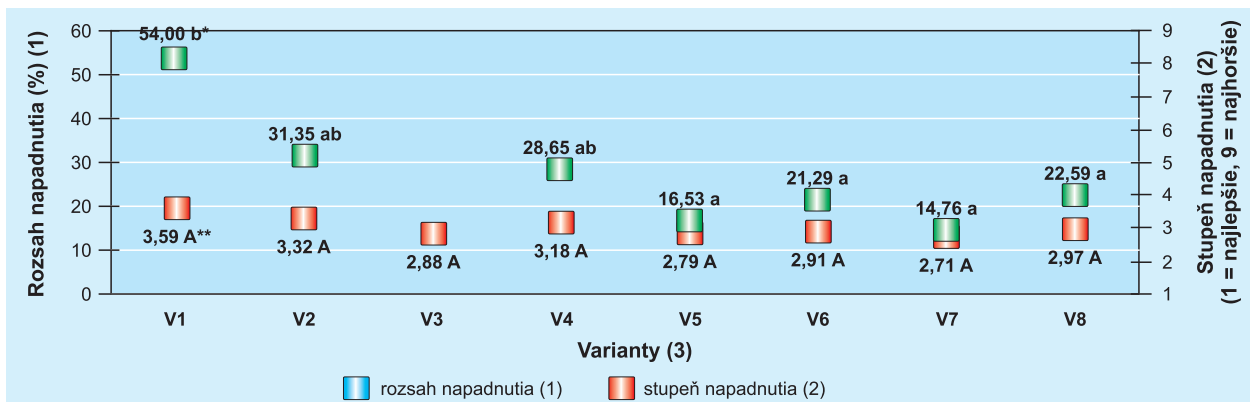
(1) degree of infection / 1 = the best, 9 = the worst/; (2) date of evaluation
 V1 – kontrola (control); V2 – NPK; V3 – Sulka N 6x; V4 – Sulka N 2x; V5 – Sulka NKS+ 6x; V6 – Sulka NKS+ 2x; V7 – Sulka K 6x; V8 – Sulka K 2x

Obr. 3: Rozsah napadnutia (%) lipnice lúčnej hrdzou trávnu v roku 2016
Fig. 3: Range of infection (%) of *Poa pratensis* with grass rust in 2016



(1) range of infection (%); (2) date of evaluation
 V1 – kontrola (control); V2 – NPK; V3 – Sulka N 6x; V4 – Sulka N 2x; V5 – Sulka NKS+ 6x; V6 – Sulka NKS+ 2x; V7 – Sulka K 6x; V8 – Sulka K 2x

Obr. 4: Priemerný stupeň a rozsah napadnutia (%) lipnice lúčnej hrdzou trávnu v roku 2016
Fig. 4: Average degree and range of infection (%) of *Poa pratensis* with grass rust in 2016



(1) range of infection (%); (2) degree of infection / 1 = the best, 9 = the worst/; (3) variants
 ***/ Rozdielne písmená pri priemerných hodnotách znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi variantmi (Fischerov LSD test; $\alpha = 0,05$)
 V1 – kontrola (control); V2 – NPK; V3 – Sulka N6x; V4 – Sulka N2x; V5 – Sulka NKS+6x; V6 – Sulka NKS+2x; V7 – Sulka K6x; V8 – Sulka K2x
 ***/ Different letters at mean values mean statistically significant difference between the variants (Fischer's LSD test; $\alpha = 0,05$)

padnutia (stupeň 6 a 8). Na konci augusta sa v kontrolnom variante výskyt hrdze zredukoval o 30 %, avšak postupne sa rozšírila na celú plochu porastu s prechodným zlepšením stavu v polovici septembra. V poraste hnojenom NPK živinami (V2) sa od konca augusta do konca septembra zaznamenal 50 – 75 % výskyt hrdze, ktorý na konci sledovaného obdobia dosiahol 98 %. Miera napadnutia rastlín bola podobná ako v kontrolnom poraste

V porastoch ošetrovaných 1,5 % roztokom Sulky (V3 – V8) sa prítomnosť hrdze zistila na konci mája, a to vo variantoch V3, V5, V6 a V8 v rozsahu do 6 % s relatívne nízkou mierou napadnutia (stupeň 1 – 3 uvedenej stupnice). Do konca 1. dekády júna sa plošné rozšírenie hrdze zvýšilo na 17 % (V6) až 40 % (V8), pričom stupeň infikovania sa viac-menej nezmenil. Začiatok 3. dekády júna bol charakteristický zhoršením zdravotného stavu lipnice lúčnej. Pozorovalo sa nielen rozšírenie hrdze v poraste (V3 – V5), ale zvýšila sa aj miera napadnutia (stupeň 5), pričom časť rastlín (15 – 20 %) začala vplyvom infekcie odumierať. Takáto reakcia je typická pri výskyte tzv. letných výtrusov (t. j. urediospóry), ktoré sú viditeľné ako žlté, oranžové alebo červenohnedé prášivé škvrny neskôr sprevádzané chlorózami a nekrotami (3, 14). Následne sa zdravotný stav porastu začal zlepšovať, pričom od začiatku 2. polovice júla sa prítomnosť hrdze zaznamenala len v porastoch variantov V4 – V6 (max. 3 % plochy) s ojedinelým výskytom na listoch. Opätovné napadnutie porastov sa pozorovalo od 15.8. vo všetkých variantoch s aplikáciou 1,5 % roztoku Sulky. Možno konštatovať, že plošné rozšírenie hrdze sa vo variantoch V3, V5 a V7 (aplikácia 6× počas vegetácie) postupne zvyšovalo až do konca septembra s následným prudkým vzostupom na úroveň 98 %. V porastoch, kde sa 1,5 % Sulka aplikovala 2× počas vegetačného obdobia (V4, V6, V8) sa po miernom zmenšení infikovanej plochy (25.8.) znovu pozorovalo jej zväčšenie (14.9.) na úroveň 60 – 70 %. Po prechodnom ozdravení porastu lipnice lúčnej v 2. polovici septembra sa hrdza znovu rozšírila takmer na celý porast. Rastliny boli väčšinou ojedinele (stupeň 1 – 2) a mierne až stredne napadnuté (stupeň 3 – 5). V závere vegetačného obdobia sa rozsah infikovania rastlín zvýšil (stupeň 7 – 8).

Z výsledkov prezentovaných na obr. 4 rezultuje pozitívny, hoci štatisticky nepreukazný ($p = 0,9659$), účinok použitých polysulfidových prípravkov na stupeň napadnutia lipnice lúčnej hrdzou trávnu. V priemere najviac napadnuté boli rastliny vo variantoch bez aplikácie Sulky (V1 a V2 – stupeň 3,59 a 3,32). Naopak, najmenšia miera infikovania lipnice lúčnej sa zaznamenala v porastoch ošetrovaných 1,5 % roztokom Sulky 6× počas vegetačného obdobia – stupeň 2,71 (V7) až 2,88 (V3). Podobné tendencie sa prejavili aj pri hodnotení plošného napadnutia porastu lipnice lúčnej hrdzou s preukaznými rozdielmi ($p = 0,0053$) medzi variantmi. Častejšia aplikácia Sulky (6×) mala za následok menšie plošné rozšírenie hrdze v poraste (14,76 – 20,35) v porovnaní s jej aplikáciou 2× počas vegetačného obdobia (21,29 – 28,65 %), resp. neošetrovanými porastami (31,53 – 54,00 %). Porovnanie jednotlivých prípravkov ukázalo najlepší účinok Sulky K s aplikáciou 6× počas vegetačného obdobia (V7).

Záver

Na základe čiastkových výsledkov možno konštatovať, že v priebehu vegetačného obdobia v roku 2016 sa v poraste lipnice lúčnej zaznamenal výskyt iba hrdze trávnej. Ošet-

renie lipnice lúčnej 1,5 % roztokom polysulfidových prípravkov (Sulka N, Sulka NKS+, Sulka K) zlepšilo zdravotný stav porastu v porovnaní s neošetrovanými variantmi. Pri častejšej aplikácii Sulky (6× počas vegetačného obdobia) sa zistila menšia miera infikovania lipnice lúčnej hrdzou trávnu. Častejšia aplikácia Sulky preukazne vplývala na zníženie plošného rozšírenia hrdze trávnej v poraste. Najlepší účinok na elimináciu miery napadnutia a plošného rozšírenia hrdze v poraste lipnice lúčnej sa prejavil pri Sulke K so 6 aplikáciami počas vegetačného obdobia. Najmenej účinná bola Sulka N aplikovaná 2× počas vegetácie.

Literatúra

- (1) Bulletin Meteorológia a Klimatológia (dostupné na: www.shmu.sk/sk/?page=1613 [cit. 2017-10-05]).
- (2) CAGAŠ, B. – MACHÁČ, J. 2005. Ochrana trávniků proti chorobám, škůdcům, plevelům a abiotickému poškození. České Budějovice : Kurent, 2005, 96 s. ISBN 80-903522-0-0.
- (3) CAGAŠ, B. 2013. Ochrana trávniků proti chorobám, škůdcům, plevelům a abiotickému poškození. České Budějovice : Kurent, 2013. 80 s. ISBN 978-80-87111-38-3.
- (4) CAGAŠ, B. 2011. Zakládání a ošetřování krajinných trávniků a travnatých ploch veřejné zeleně. Certifikovaná metodika. Brno : Svaz zakládání a údržby zeleně, 2011, 67 s. ISBN 978-80-254-9834-7.
- (5) GREGOROVÁ, H. 2009. Speciálne trávnikárstvo. Nitra : SPU, 2009, 148 s. ISBN 978-80-552-0212-9.
- (6) HRABĚ, F. et al. 2009. Trávniky pro zahradu, krajinu a sport. Olomouc : Vydavatelství Ing. Petr Baštan, 2009, 335 s. ISBN 978-80-87091-07-4.
- (7) <http://www.dlf.co.uk/amenity-grass-seed/species/cultivars/dlf-uk/amenity-species/smooth-stalked-meadow-grass/evora-prod1062.aspx> [cit. 2017-11-23].
- (8) <https://www.vucht.sk/sk/kvapalne-hnojiva-na-baze-polysulfidov> [cit. 2017-11-03].
- (9) CHRISTIANS, N.E. – PATTON, A.J. – LAW, Q.D. 2017. Fundamentals of Turfgrass Management. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2017, 480 p. ISBN 978-11-192-0556-2.
- (10) KOLEKTÍV AUTOROV. 2012. Vzdělávání pro lepší zeleň kolem nás. Praha : Reprografické studio PEF ČZU, 485 s.
- (11) METODICKÉ POKYNY pre hodnotenie listových chorôb tráv. Bratislava : ÚKSÚP, 2006. (dostupné na http://www.uksup.sk/download/odrody/20060726_plod_met_pokyn.pdf [cit. 2006-11-27]).
- (12) PESSARAKLI, M. 2016. Handbook of photosynthesis. 3rd ed., Boca Raton : CRC Press, 2016, 846 p. ISBN 978-14-822-3073-4.
- (13) SMILLEY, R.W. – DERNOEDEN, P.H. – CLARKE, B.B. 2005. Compendium of Turfgrass Diseases. 3rd Edition, St. Paul : APS Press, 2005, 167 p. ISBN 978-0-89054-330-6.
- (14) SVOBODOVÁ, M. – CAGAŠ, B. 2013. Trávnik – zakládání, ošetřování a údržba. Praha : Grada Publishing, 2013, 104 s. ISBN 978-80-247-4279-3.
- (15) ŠEVČÍKOVÁ, M. – ŠRÁMEK, P. – FABEROVÁ, I. 2002. Klasifikátor – Trávy. Zubří : OSEVA PRO s.r.o., 2002, s. 34.
- (16) ŠPÁNIK, F. – ŠIŠKA, B. – REPA, Š. 1996. Agroklimatická charakteristika roku 1995 v Nitre č. 5. Nitra : SPU, 1996, 44 s. ISBN 80-7137-313-3.

Ing. Peter Kovár, PhD.,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Katedra trávnych ekosystémov a krmných plodín,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika,
e-mail: Peter.Kovar@uniag.sk

Podakovanie

Práca bola riešená s podporou
Zmluvy o dielo č. 653/2015/SPU.

Vplyv aplikácie hnojiva s inhibítormi nitrifikácie na výšku úrody semena a ekonomickú efektívnosť hnojenia kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.)

Effect of application of fertilizer with nitrification inhibitors on yield and economic efficiency of oilseed rape (*Brassica napus* L.) fertilization

Mária Varényiová, Ladislav Ducsay

Monitoring the effect of application of fertilizer with nitrification inhibitors compared to the fertilizer without nitrification inhibitors on yield of rapeseed, as well as evaluation of economic efficiency of fertilization (coefficient of economic efficiency, profit, profitability) was the main aim of the experiment. The plot-scale experiment was based in experimental years 2015/2016 and 2016/2017 in terms of agricultural cooperative in Mojmírovce. Hybrid Artoga was seeded. There was used the block method of experimental plot size of 600 m² tested in triplicate, in this experiment. It consisted of three treatments of fertilization. The first treatment was unfertilized control. Treatments 2_{ENSIN} and 3_{DASA} were fertilized by the same single dose of nitrogen and sulfur (160 kg.ha⁻¹ N and 80 kg.ha⁻¹ S) at growth stage BBCH 20. The fertilizer ENSIN (ANAS + nitrification inhibitors dicyandiamide and 1,2,4 triazol) was applied at treatment 2_{ENSIN} and treatment 3_{DASA} was fertilized by ANAS without nitrification inhibitors. The lowest average yield 2.31 t.ha⁻¹ (at 12 % moisture) was found at unfertilized control treatment 1₀. The highest average yield of rapeseed 3.86 t.ha⁻¹ was reached at treatment 2_{ENSIN}. There was not observed any statistically significant difference, between experimental years. As well as, the most positive indicators of economic efficiency – coefficient of economic efficiency (3.19), profit (379 €.ha⁻¹) and profitability (219%) was found at treatment 2_{ENSIN}.

oilseed rape, nitrification inhibitors, yield of seed, economic efficiency of fertilization

Výsledky mnohých vedeckovýskumných prác i poznatky praxe potvrdzujú, že pre množstvo i kvalitu semena kapusty repkovej pravej je rozhodujúce optimálne zabezpečenie porastov všetkými biogénnymi prvkami, pričom osobitný význam v systéme výživy má dusík (1). Nezriedka sa na dosiahnutie vysokých úrod používa aj kombinácia dusíka a síry, nakoľko síra zvyšuje účinnosť dusíka (8). Nadmerné hnojenie však môže mať v poľných podmienkach za následok neefektívne využitie živín, ich nadmerné straty a vplyv na kvalitu pôdy, vody, ovzdušia, ľudské zdravie a biodiverzitu (5). Preto je kontrola a redukcia

množstva aplikovaného dusíkatého hnojiva veľmi dôležitá (16). Množstvo výsledkov výskumných prác naznačuje, že inhibítory nitrifikácie pri aplikácii na pôdu v spojení s dusíkatými hnojivami majú priaznivé účinky na zníženie vyplavovania dusičnanov a uvoľňovanie emisií oxidu dusičného a v dôsledku toho napomáhajú rastu rastlín (t. j. zvyšujú účinnosť využitia dusíka) (9, 15). Účinnosť inhibítorov nitrifikácie závisí od teploty pôdy, pôdnej vlhkosti, pH a ďalších faktorov. Či bude mať použitie inhibítorov nitrifikácie pozitívny vplyv na výšku úrody pestovaných plodín závisí aj od zásoby dusíka v pôde. Pri vysokom obsahu je účinnosť inhibítorov nižšia (3). V praxi sa využíva niekoľko druhov inhibítorov nitrifikácie. Inhibítory nitrifikácie dicyándiamid (DCD) znižuje straty dusíka vo forme NO₃ inhibíciou rastu a aktivity pôdných baktérií, ktoré oxidujú amoniak v pôde, čím znižuje rýchlosť nitrifikácie a dusík sa udržiava v NH₄⁺ forme, ktorá je zadržovaná v pôde a dostupná pre rastliny (4). Inhibičné pôsobenie na premenu amónnej na dusičnanovú formu dusíka bolo zistené aj pri triazolových zlúčeninách predstavujúcich dôležitú triedu organickej chémie (13).

Avšak existujú výskumné práce, ktoré zistili nulový alebo variabilný efekt inhibítorov nitrifikácie na straty dusíka a úrodu pestovaných plodín (9).

Cieľom pokusu bolo porovnanie aplikácie dusíkato-sírneho hnojiva s inhibítormi a bez inhibítorov nitrifikácie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej a ukazovatele ekonomickej efektívnosti hnojenia.

Materiál a metodika

Poloprevádzkové poľné pokusy boli založené 2. 9. 2015 a 27. 8. 2016 v Mojmírovciach (48°09'53,4" S, 18°00'35,0" V; 48°19'91,5" S, 18°08'27,9" V). Použitá bola bloková metóda s veľkosťou pokusnej parcely 600 m² v troch opakovaníach. Vysiaty bol hybrid Artoga. Výsevok predstavoval 0,45 milióna klíčivých semien na 1 ha. V oboch pokusných rokoch bola predplodina pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.).

Mojmírovce ležia v nadmorskej výške 140 m n. m. a patria do kukuričnej výrobnjej oblasti. Táto oblasť je veľmi teplá, suchá s miernymi zimami. Priemerná ročná teplota je 11,9 °C s ročným úhrnom zrážok 436,7 mm. Podrobnejšia charakteristika poveternostných podmienok v sledovaných pokusných rokoch je uvedená v tabuľkách 1, 2. Prevládajúci pôdny typ je černoziem hnezozemná na sprašiach (12). Výsledky agrochemického rozboru pôdy jednotlivých pokusných rokov z dňa 26. 8. 2015 a 20. 8. 2016 je uvedený v tabuľke 3. Z tabuľky 3 vyplýva, že obsah anorganického dusíka bol v oboch pokusných rokoch stredný.

V poloprevádzkovom poľnom pokuse bol sledovaný vplyv aplikácie hnojiva s inhibítormi nitrifikácie na výšku úrody semena a ekonomické ukazovatele hnojenia kapusty repkovej pravej v porovnaní s hnojivom bez inhibítorov nitrifikácie. Pokus pozostával z troch variantov hnojenia. Prvý variant bol kontrolný, nehnojený. Variant 2_{ENSIN} bol hnojený jednorazovou, celkovou dávkou dusíka 160 kg.ha⁻¹ vo forme hnojiva ENSIN, ktorý je zložený z hnojiva DASA (dusičnan amónny + síran amónny; 26 % N a 13 % S) a inhibítorov nitrifikácie DCD a TZ (dicyándiamid a 1,2,4 triazol). Variant 3_{DASA} bol hnojený rovnakou, jednorazovou dávkou dusíka 160 kg.ha⁻¹ vo forme hnojiva DASA bez inhibítorov nitrifikácie. Oba varianty boli hnojené v rastovej fáze BBCH 20 (tab. 4). Pôdne analýzy boli vykonané bežnými analytickými metódami. Zber sa

Tabuľka 1: Priemerné množstvo zrážok v rokoch 2015–2017 v Mojmírovciach (hodnotenie normality množstva mesačných zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982–2013)

Table 1: The average monthly precipitation in years 2015–2017 in Mojmírovce (the evaluation of month precipitation normality according to the long-term average of 1982–2013)

Mesiac (1)	Dlhodobý priemer (2)	2015		2016		2017	
		zrážky (mm) (3)	hodnotenie normality (4)	zrážky (mm)	hodnotenie normality	zrážky (mm)	hodnotenie normality
I.	32,9	82,0	mimoriadne vlhký (5)	11,0	veľmi suchý	25,0	normálny
II.	29,2	18,5	normálny (6)	97,0	mimoriadne vlhký	18,0	normálny
III.	31,9	31,5	normálny	26,0	normálny	20,0	normálny
IV.	36,9	19,5	suchý (7)	19,0	suchý	43,5	normálny
V.	60,5	74,5	normálny	73,5	normálny	18,0	veľmi suchý
VI.	59,0	8,0	mimoriadne suchý (8)	62,5	normálny	30,5	suchý
VII.	55,3	19,0	veľmi suchý (9)	196,5	mimoriadne vlhký	76,0	vlhký
VIII.	48,7	74,4	vlhký (10)	75,5	vlhký	-	-
IX.	46,1	63,5	normálny	60,0	normálny	-	-
X.	35,9	67,0	suchý	96,0	veľmi vlhký (11)	-	-
XI.	45,4	38,0	mimoriadne suchý	42,5	normálny	-	-
XII.	42,3	14,6	mimoriadne suchý	6,0	mimoriadne suchý	-	-

(1) month, (2) long-term average, (3) precipitation (mm), (4) evaluation of normality, (5) extraordinary wet, (6) normal, (7) dry, (8) extraordinary dry, (9) very dry, (10) wet, (11) very wet

Tabuľka 2: Priemerné mesačné teploty v rokoch 2015–2017 v Mojmírovciach (hodnotenie normality množstva mesačných zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982–2013)

Table 2: The average monthly temperatures in years 2015–2017 in Mojmírovce (the evaluation of month air temperature normality according to the long-term average of 1982–2013)

Mesiac (1)	Dlhodobý priemer (2)	2015		2016		2017	
		teplota (°C) (3)	hodnotenie normality (4)	teplota (°C)	hodnotenie normality	teplota (°C)	hodnotenie normality
I.	-0,9	-0,6	normálny (5)	-0,8	normálny	-9,1	veľmi studený
II.	0,5	-0,6	studený (6)	1,97	normálny	-0,3	normálny
III.	5,0	2,5	studený	3,0	normálny	3,5	normálny
IV.	10,9	4,2	mimoriadne studený (7)	7,4	veľmi studený	4,5	mimoriadne studený
V.	15,9	10,2	mimoriadne studený	11,2	mimoriadne studený	11,4	mimoriadne studený
VI.	18,7	14,9	mimoriadne studený	16,4	veľmi studený	16,0	mimoriadne studený
VII.	20,9	17,4	mimoriadne studený	15,9	mimoriadne studený	16,1	mimoriadne studený
VIII.	20,5	18,2	studený	15,2	mimoriadne studený	-	-
IX.	15,6	13,1	studený	12,4	veľmi studený	-	-
X.	10,3	7,4	veľmi studený (8)	6,1	mimoriadne studený	-	-
XI.	4,8	2,6	veľmi studený	7,0	mimoriadne teplý (9)	-	-
XII.	0,3	1,3	normálny	3,4	mimoriadne teplý	-	-

(1) month, (2) long-term average, (3) temperature (°C), (4) evaluation of normality, (5) normal, (6) cold, (7) extraordinary cold, (8) very cold, (9) extraordinary warm

uskutočnil kombajnom Claas Lexion 770 dňa 3. 7. 2016 a 14. 7. 2017.

Výsledky a diskusia

V posledných rokoch sa na redukcii vyplavovania nitrátov a N₂O emisií v praxi využíva aplikácia dusíkatých, resp. kombinovaných hnojív s inhibítormi nitrifikácie, ktoré majú zároveň pozitívny vplyv na výšku úrody pestovaných plodín. V pokusných rokoch 2015/2016 a 2016/2017 v podmienkach PD Mojmírovce na variante 2_{ENSIN} s pridaním inhibítorov nitrifikácie priemerná úroda predstavovala 3,86 t.ha⁻¹, čo bola zároveň najvyššia dosiahnutá úroda sponedzi všetkých variantov pokusu (tab. 5). V porovnaní s kontrolným, nehnojeným variantom 1₀ sa úroda vysoko preukazne zvýšila o 67,10 % a v porovnaní s variantom 3_{DASA} sa preukazne zvýšila o 18,39 %. Rovnako, preukazne

zvýšenie úrody na variante s inhibítormi nitrifikácie DCD boli zaznamenané aj v iných pokusoch (15, 2, 14, 6). Naopak, vo výsledkoch ďalších pokusov bol zistený nulový alebo nepreukazný vplyv inhibítorov nitrifikácie na výšku úrody pestovanej plodiny. Aplikácia hnojiva s inhibítormi nitrifikácie mala za následok zníženie úrody o 13,9 % v porovnaní s variantom, kde bolo aplikované rovnaké hnojivo bez inhibítorov nitrifikácie (10). Výsledky iného pokusu dokazujú toxický účinok aplikácie inhibítorov nitrifikácie na pestované plodiny (7). V pokuse realizovanom v Mojmírovciach nebol medzi jednotlivými rokmi, vo výške dosiahnutých úrod, zaznamenaný žiadny preukazný rozdiel (tab. 6).

V rámci ekonomických ukazovateľov bol v pokusnej lokalite Mojmírovce vyhodnotený koeficient ekonomickej efektívnosti, zisk a rentabilita (tab. 7). Z výsledkov vyplýva, že v priemere bol najviac ekonomicky efektívny variant 2_{ENSIN} pri koeficiente ekonomickej efektívnosti 3,19 a ren-

Tabuľka 3: Agrochemická charakteristika pôdy zo dňa 26.08.2015 a 20.08.2016 pred založením pokusu s kapustou repkovou pravou v hĺbke 0 – 0,3 m v pokusných rokoch 2015/2016 a 2016/2017 v Mojmírovciach

Table 3: Agrochemical characteristic of the soil dated 26 August 2015 and 20 August 2016 before setting the experiment with oilseed rape to a depth of 0–0,3 m in experimental years 2015/2016 and 2016/2017 in Mojmírovce

Druh rozboru pôdy (1)	Obsah živín (mg.kg ⁻¹) (2)	
	2015/2016	2016/2017
N _{an} – anorganický dusík = N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ (3)	18,4	15,2
N-NH ₄ ⁺ (kolorimetricky, Nesslerove činidlo) (4)	12,1	7,3
N-NO ₃ ⁻ (kolorimetricky, kyselina fenol 2,4 disulfónová) (5)	6,3	7,9
P – prístupný (Mehlich III – kolorimetricky) (6)	47,8	31,5
K – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (7)	395,0	252,4
Mg – prístupný (Mehlich III – AAS) (8)	406,2	394,6
Ca – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (9)	7 100,0	3 900,0
S – v roztoku octanu amónneho (10)	0,0	2,3
pH/KCl (0,2 mol.dm ⁻³ KCl) (11)	7,3	7,2

(1) type of soil analysis, (2) content of available nutrients, (3) N_{an} = N_{min} = mineral nitrogen, colorimetry, (4) Nessler reagent, (5) colorimetry, phenol acid 2,4-disulphonic, (6) P – available (Mehlich III – colorimetry), (7) K – available (Mehlich III – flame photometry), (8) Mg – available (Mehlich III – AAS), (9) Ca – available (Mehlich III – flame photometry), (10) S – in ammonium acetate solution, (11) exchangeable soil reaction

Tabuľka 4: Varianty hnojenia kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pestovateľských rokoch 2015/2016 a 2016/2017 v Mojmírovciach

Table 4: Treatments of oilseed rape nutrition (hybrid Artoga) in experimental years 2015/2016 and 2016/2017 in Mojmírovce

Variant (1)	Úroveň hnojenia (2)			Celková dávka N (kg.ha ⁻¹) (3)
	BBCH 20 (4)	BBCH 30 (5)	BBCH 51 (6)	
	N (kg.ha ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	
1 ₀	0	0	0	0
2 _{ENSIN}	160	0	0	160
3 _{DASA}	160	0	0	160

(1) treatments of the experiment, (2) fertilization level, (3) the total dose of N in kg.ha⁻¹, (4) BBCH (growth stage scale-oilseed rape) 20: no side shoots, (5) BBCH 30: beginning of stem elongation: no internodes (rosette), (6) BBCH 51: flower buds visible from above ("green bud")

Tabuľka 5: Vplyv hnojenia dusíkom na úrodu semena kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pestovateľských rokoch 2015/2016 a 2016/2017 v Mojmírovciach

Table 5: Effect of nitrogen fertilization on yield of oilseed rape (hybrid Artoga) in experimental years 2015/2016 and 2016/2017 in Mojmírovce

Variant (1)	Úroda (t.ha ⁻¹) (2)			
	2015/2016	2016/2017	priemer rokov 2015/2016 a 2016/2017 (3)	relatívne % (4)
1 ₀	2,68	1,94	2,31 aA	100,00
2 _{ENSIN}	3,98	3,74	3,86 cB	167,10
3 _{DASA}	2,76	3,54	3,15 bAB	136,36
LSD varianty (5)	0,05	-	-	0,66
	0,01	-	-	0,96

(1) treatment, (2) yield (t.ha⁻¹), (3) average of years 2015/2016 and 2016/2017, (4) relatively %, (5) LSD treatments

Tabuľka 6: Štatistické vyhodnotenie úrody semena kapusty repkovej pravej (pri 12 % vlhkosti) v pokusných rokoch 2015/2016 a 2016/2017 v Mojmírovciach (priemer variantov)

Table 6: Statistical evaluation of oilseed rape (12 % moisture) in experimental years 2015/2016 and 2016/2017 in Mojmírovce (average of treatments)

Rok (1)	Úroda (t.ha ⁻¹) (2)	LSD test _{0,05} (3)	LSD test _{0,01}
2015/2016	3,16 aA	0,54	0,78
2016/2017	3,07 aA		

(1) year, (2) yield (t.ha⁻¹), (3) LSD years

tabilite 219 %. Zisk predstavoval 379 €.ha⁻¹, ktorý je v porovnaní s variantom 3_{DASA}, o 228 €.ha⁻¹ vyšší. V relatívnom percentuálnom vyjadrení to predstavuje nárast o 251 %. Podobne, najvyšší koeficient ekonomickej efektívnosti (2,70) a zisk (446 €.ha⁻¹) bol zistený na variante, kde

bolo aplikované dusíkato-sírne hnojivo s inhibítormi nitrifikácie (11). V porovnaní s variantom, kde bolo aplikované dusíkato-sírne hnojivo bez inhibítorov nitrifikácie bol zisk o 43 €.ha⁻¹ vyšší, čo v relatívnom percentuálnom vyjadrení predstavuje nárast o 10,67 %.

Tabuľka 7: Ekonomické vyjadrenie hnojenia kapusty repkovej pravej v pokusných rokoch 2015/2016 a 2016/2017 v Mojmírovciach
Table 7: Economic evaluation of oilseed rape fertilization in experimental years 2015/2016 and 2016/2017 in Mojmírovce

Variant (1)	Úroda (t.ha ⁻¹) (2)	Prírastok úrody (€·ha ⁻¹) (3)	Náklady na hnojenie (€) (4)	K _{EE} (5)	Zisk (€·ha ⁻¹) (6)	Rentabilita (%) (7)
1 ₀	2,31	0	0	0	0	0
2 _{ENSIN}	3,86	552	173	3,19	379	219
3 _{DASA}	3,15	299	148	2,01	151	101

(1) treatment, (2) yield (t.ha⁻¹), (3) yield increase (€·ha⁻¹), (4) fertilization costs (€), (5) coefficient of economic efficiency, (6) profit (%), (7) profitability (%)

Použité ceny: 1 t semena kapusty repkovej pravej = 356 €; 1 t DASA = 225 €; 1 t ENSIN = 265 €; náklady na aplikáciu hnojiva = 10 €·ha⁻¹

Applied prices: 1 t of rape seed = 356 €; 1 t of ANAS = 225 €; 1 t of ENSIN = 265 €; costs for application of fertilizer = 10 €·ha⁻¹

Záver

V poloprevádzkovom pokuse založenom v Mojmírovciach v pokusných rokoch 2015/2016 a 2016/2017 bol sledovaný vplyv aplikácie dusíkato-sírneho hnojiva s inhibítormi nitrifikácie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej. Zároveň boli vyhodnotené aj ekonomické ukazovatele hnojenia (K_{EE}, Z, R). Najvyššia priemerná úroda semena 3,86 t.ha⁻¹ bola dosiahnutá na variante 2_{ENSIN}. Rozdiel medzi variantom 2_{ENSIN} a 3_{DASA}, kde bola aplikovaná rovnaká dávka dusíka a síry bez pridania inhibitorov nitrifikácie, je štatisticky preukazný. Medzi jednotlivými pokusnými rokmi nebol vo výške úrody zaznamenaný žiadny preukazný rozdiel. Variant 2_{ENSIN} bol najefektívnejší aj z pohľadu sledovaných ekonomických ukazovateľov. Koeficient ekonomickej efektívnosti predstavoval 3,19, zisk 379 €·ha⁻¹ a rentabilita 219 %. Z výsledkov pokusu realizovanom v pokusných rokoch 2015/2016 a 2016/2017 v podmienkach PD Mojmírovce vyplýva, že pridanie inhibitorov nitrifikácie malo preukazne pozitívny vplyv na výšku úrody semena a vybrané ekonomické ukazovatele hnojenia kapusty repkovej pravej.

Literatúra

(1) BALÍK, J. – PAVLÍKOVÁ, D. – TLUSTOŠ, P. – SÝKORA, K. – ČERNÝ, J. 2006. The fluctuation of molybdenum content in oilseed rape plants after the application of nitrogen and sulphur fertilizers. In *Plant, Soil and Environment*, vol. 52, no. 7, pp. 301–307.

(2) COOKSON, R.W. – CORNFORHT, I.S. 2002. Dicyandiamide slows nitrification in dairy cattle urine patches: effects on soil solution composition, soil pH and pasture yield. In *Soil Biology & Biochemistry*, vol. 34, no. 10, pp. 1461–1465.

(3) DI, H.J. – CAMERON, K.C. 2004. Effects of the nitrification inhibitor dicyandiamide on potassium, magnesium and calcium leaching in grazed grassland. In *Soil Use and Management*, vol. 20, no. 1, pp. 2–7.

(4) DI, H.J. – CAMERON, K.C. – SHEN, J.-P. – WINEFIELD, C.S. – O'CALLAGHAN, M. – BOWATTE, S. – HE, J.-Z. 2010. Ammonia oxidizing bacteria and archaea grow under contrasting soil nitrogen conditions. In *FEMS Microbiology Ecology*, vol. 72, no. 3, pp. 386–394.

(5) GOULDING, K. – JARVIS, S. – WHITMORE, A. 2008. Optimizing nutrient management for farm systems. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 363, no. 1491, pp. 667–680.

(6) LOŽEK, O. – SLAMKA, P. 2016. Effect of nitrogen-sulphur fertilization and inhibitors of nitrification on yield and quality of maize grain. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, vol. 19, no. 2, pp. 45–50.

(7) MACADAM, X.M.B. – PRADO, A. – MERINO, P. – ESTAVILLO, J.M. – PINTO, M. – GONZÁLEZ-MURUA, C. 2003. Dicyandiamide and 3,4-dimethyl pyrazole phosphate decrease N₂O emissions from grassland but dicyandiamide produces deleterious effects in clover. In *Journal of Plant Physiology*, vol. 160, no. 12, pp. 1517–1523.

(8) MANSOORI, I. 2012. Response of canola to nitrogen and sulfur fertilizers. In *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, vol. 4, no. 1, pp. 28–33.

(9) MERINO, P. – ESTAVILLO, J.M. – GRACIOLLI, L.A. – PINTO, M. – LACUESTA, M. – MUÑOZ-RUEDA, GONZALEZ-MURUA, C. 2002. Mitigation of N₂O emissions from grassland by nitrification inhibitor and Actilith F2 applied with fertilizer and cattle slurry. In *Soil Use and Management*, vol. 18, no. 2, pp. 135–141.

(10) PANÁKOVÁ, Z. – VARÉNYIOVÁ, M. – SLAMKA, P. – LOŽEK, O. 2017. Hodnotenie účinku humínových látok v hnojive DASA H a inhibitorov nitrifikácie v hnojive ENSIN vo výžive pšenice letnej f. ozimnej. In *Agrochémia*, roč. 21, č. 2, s. 3–8.

(11) SLAMKA, P. – LOŽEK, O. 2015. Vplyv hnojiva Ensina na úrodu semena kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.) a obsah dusičnanov v pôde. In *Agrochémia*, roč. 55, č. 2, s. 12–17.

(12) SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA. 2014. Morphogenetic soil classification system of Slovakia. Basal reference taxonomy. Bratislava : NPPC-VÚPOP Bratislava.

(13) SRIVASTAVA, A.K. – KUMAR, A. – MISRA, N. – MANJULA, P.S. – SAROJINI, B.K. – NARAYANA, B. 2016. Synthesis, spectral (FT-IR, UV-visible, NMR) features, biological activity prediction and theoretical studies of 4-Amino-3-(4-hydroxybenzyl)-1H-1,2,4-triazole-5(4H)-thione and its tautomer. In *Journal of Molecular Structure*, no. 1107, pp. 137–144.

(14) VARÉNYIOVÁ, M. – DUCSAY, L. 2016. Vplyv hnojenia s využitím inhibitorov nitrifikácie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.). Prosperujúce olejiny 2016. Praha : Česká zemědělská univerzita, s. 54–56.

(15) WILLIAMSON, J.C. – TAYLOR, M.D. – TORRENS, R.S. – VOJVODIC-VUKOVIC, M. 1998. Reducing nitrogen leaching from dairy farm effluent-irrigated pasture using dicyandiamide: a lysimeter study. *Agriculture, Environment and Environment*, roč. 69, no. 1, pp. 81–88.

(16) ZHEN-HUA, Z. – HAI-XING, S. – CHUNYUN, G. 2012. Nitrogen efficiency in oilseed rape and its physiological mechanism. Rijeka : InTech, 184 p.

Ing. Mária Varényiová, PhD.,
 Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
 Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
 Katedra agrochémie a výživy rastlín,
 Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra,
 e-mail: xvarenyiova@uniag.sk

Tento príspevok bol podporený projektom
 VEGA č. 1/0325/2017 riešenom
 na Katedre agrochémie a výživy rastlín

Vplyv teplotných a vlhových podmienok na úrodu a kvalitu zrna jačmeňa siateho jarného v konkrétnych podmienkach pestovania

Influence of temperature and moisture conditions on the yield and grain quality of spring barley under specific conditions of cultivation

Eva Candráková, Marek Košecký

In the years 2014–2016, spring barley of variety Malz was grown in the climatically warm region of Slovakia at the Agricultural cooperative Ludanice. Two methods of soil cultivation were compared in the experiment: O1 – conventional (stubble ploughing to a depth of 0,12 m + soil chiselling to a depth of 0.22 m) and O2 – minimal (disc tools to a depth of 0.12 m). Variants of fertilization: H1 – application of NPK fertilizer in autumn in dosage 200 kg.ha⁻¹ + spring application of 150 kg.ha⁻¹ of fertilizer DASA and 100 kg.ha⁻¹ of fertilizer DAM 390 (N – 94; P – 21,12; K – 39,84 kg.ha⁻¹ of net nutrients), H2 – application of NPK fertilizer in autumn in dosage 200 kg.ha⁻¹ (N – 16; P – 21,12; K – 39,84 kg.ha⁻¹ of net nutrients), H3 – spring application of fertilizer DASA in a dose of 100 kg.ha⁻¹ and DAM 390 in a dose of 100 kg.ha⁻¹ (N – 69 kg.ha⁻¹ of net nutrients). The crop residues of the sugar beet were ploughed under in all variants. Sowing rate was 4,5 million of germinable seeds per hectare. The significantly highest yield of grain was in 2015 (6,20 t.ha⁻¹). Divided application of fertilizers in the autumn and spring period appeared to be more appropriate in comparison to only autumn or spring application. Examined variants of soil cultivation did not influence significantly the yield of grain. The protein content of the barley grain was influenced by the year, doses and the term of nitrogen fertilizers application. The most favorable protein content in barley grain (11.70%) was in 2014 as well as at the lowest nitrogen dose (only 16.0 kg.ha⁻¹) applied in autumn (11.66%). Growing conditions of the season and plant nutrition also affected the grain size above the 2.5 mm sieve and germination of grains.

spring barley, year, fertilization, soil tillage, yield, quality

Úspešné pestovanie jačmeňa siateho jarného je nemysliteľné bez cieleného využitia vedecko-technických poznatkov v praxi vo forme nových pestovateľských technológií, výkonných genotypov, riadenej výživy a ochrany porastov.

Všetky intenzifikačné faktory treba zosúladiť tak, aby sme okrem vysokej úrody dosiahli aj požadovanú kvalitu, pričom dôležitú úlohu zohráva energetické a ekonomické hľadisko s cieľom čo najvyššej rentability výroby.

Najlepšie podmienky pre pestovanie kultúrneho jačmeňa sú v miernych pásmach, predovšetkým v európskom

miernom pásme, kde získaná produkcia sladovníkeho jačmeňa je vo veľmi dobrej technologickej kvalite (8).

Na Slovensku je pestovanie jačmeňa siateho jarného dlhoročnou tradíciou. V roku 2014 sa zberal z plochy 138,8 tis. ha s priemernou úrodou 4,87 t.ha⁻¹. V roku 2015 sa zberová plocha mierne zvýšila na 140,0 tis. ha a úroda bola 4,78 t.ha⁻¹. V roku 2016 poklesla zberová plocha jačmeňa na 115,0 tis. ha, ale úroda bola 5,08 t.ha⁻¹ (18).

Jačmeň siaty jarný sa s ohľadom na dĺžku vegetačného obdobia zaraďuje medzi najproduktívnejšie plodiny. Geografická oblasť pestovania jačmeňa siateho jarného je určená predovšetkým teplotnými podmienkami. Na tvorbu úrody zrna nepriaznivo vplyva nedostatok vlhky vo fáze steblovania a zvyšujúca sa teplota vzduchu (16).

V klimatickom regióne veľmi chladnom a vlhkom je potenciál úrod jačmeňa, oproti regiónu teplému a suchému, nižší až o 30 % (26).

Cieľom pokusu bolo zistiť reakciu jačmeňa siateho jarného na spôsob obrábania pôdy a dávky živín aplikované na jeseň, pred sejbou a počas vegetácie v klimatickom teplom regióne.

Materiál a metódy

Pokus bol založený na pozemkoch PD Ludanice v okrese Topoľčany. PD Ludanice je zaradené do výrobného typu kukuričného a časť do výrobného typu repárskeho, do agroklimatickej makrooblasti teplej, oblasti teplej, podoblasti suchej a do okrsku s miernou zimou. Pôdne typy sú: hnedozeme, pseudoglejovité hnedozeme, fluvizeme.

Podľa komplexných rozborov pôdy z roku 2010, zásoba fosforu, draslíka a horčíka je na strednej hranici s prevažne neutrálnou pôdnou reakciou na celej výmere ornej pôdy.

Ako nevhodná zóna pre sladovnícke jačmene (extenzívna) je označovaná oblasť s pôdami plytkými a menej úrodnými, so zlým vodným režimom a nedostatkom prístupných živín s pH pod 5,7 a nad 7,6 (7).

Zvolený oševný postup na PD odráža súčasný podiel a druh pestovaných plodín na Slovensku. Sú nimi plodiny s podielom: kapusta repková pravá (14 %), pšenica letná forma ozimná (39 %), jačmeň siaty jarný (13 %), repa cukrová (11 %), kukurica na zrno a siláž (13 %), hrach siaty (1 %), lucerna siata (9 %).

Uplatňovanie agrotechniky, technologických postupov a rozhodnutí v manažmente rastlinnej výroby, sa uskutočňuje na základe konkrétnych potrieb a možností s ohľadom na budúcnosť hospodárenia podniku.

Významným faktorom, s veľkým vplyvom na poľnohospodársku produkciu, je priebeh ročných teplôt a úhrn zrážok.

Faktory pokusu

Spôsoby obrábania pôdy:

- O1 – konvenčné obrábanie pôdy (podmietka do hĺbky 0,12 m + podrývanie do hĺbky 0,22 m),
- O2 – minimálne obrábanie pôdy (tanierové náradie do hĺbky 0,12 m).

Variety hnojenia:

- H1 – aplikácia hnojiva NPK na jeseň v dávke 200 kg.ha⁻¹ + na jar aplikácia DASA v dávke 150 kg.ha⁻¹ a DAM 390 v dávke 100 kg.ha⁻¹ (N – 94; P – 21,12; K – 39,84 kg.ha⁻¹ č. ž.),
- H2 – aplikácia hnojiva NPK na jeseň v dávke 200 kg.ha⁻¹ (N – 16; P – 21,12; K – 39,84 kg.ha⁻¹ č. ž.),

Tabuľka 1: Odchýlky teplôt, v rokoch 2014 – 2016, od normálnych hodnôt za obdobie 1951 – 1980
Table 1: The deviations of temperature in 2014–2016 from normal values in period 1951–1980

Rok	Mesiac												Rok
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
	Δt (°C)												
1951 – 1980	-2,2	-0,3	4,2	10,1	15,2	18,4	20,3	19,6	15,8	9,9	4,9	0,5	9,70
2014	5,4	5,4	5,2	2,1	0,2	1,0	1,7	-0,6	1,0	2,5	3,6	4,2	2,67
2015	4,0	2,0	2,1	0,3	0,0	1,4	3,4	4,5	1,3	0,5	1,6	2,8	2,06
2016	1,4	5,9	2,4	1,4	0,9	2,1	1,4	-0,1	2,3	-0,3	0,9	2,2	1,73

Tabuľka 2: Vplyv ročníka, obrábania pôdy a hnojenia na úrodu zrna jačmeňa siateho jarného
Table 2: The yield spring barley grains after fertilizations and tillage

Faktor (1)	Úroda (2)	Bielkoviny (3)	Podiel (4)	Klíčivosť (5)
Rok (6)	$P_{0,05} = 0,3275$	$P_{0,05} = 0,0955$	$P_{0,05} = 0,3114$	$P_{0,05} = 6,2561$
2014	5,07a	11,70a	95,29b	99,08b
2015	6,20b	11,85b	96,92c	91,78a
2016	5,88b	11,84b	90,44a	98,30b
Obrábanie pôdy (7)	$P_{0,05} = 0,2674$	$P_{0,05} = 0,0779$	$P_{0,05} = 0,2543$	$P_{0,05} = 5,1080$
Konvenčné (8)	5,71a	11,83a	94,23a	94,08a
Minimalizačné (9)	5,73a	11,75a	94,20a	98,69a
Variety hnojenia (10)	$P_{0,05} = 0,3275$	$P_{0,05} = 0,0821$	$P_{0,05} = 0,3114$	$P_{0,05} = 6,2561$
H1 (11)	5,88b	11,92c	93,86a	98,57b
H2 (12)	5,48a	11,66a	94,24b	92,05a
H3 (13)	5,80ab	11,80b	94,54b	98,54b

(1) factor, (2) yield, (3) proteins, (4) l. class grain, (5) germinability, (6) year, (7) soil tillage, (8) conventional tillage, (9) minimal tillage, (10) treatments of fertilization, (11) variant of fertilization, (12) variant of fertilization, (13) variant of fertilization

H3 – aplikácia hnojív na jar v dávke 100 kg.ha⁻¹ DASA a DAM 390 v dávke 100 kg.ha⁻¹ (N – 69 kg.ha⁻¹ č. ž.).

Vo všetkých variantoch boli zapravené pozberové zvyšky predplodiny repy cukrovej.

Výsevok: 4,5 MKZ na hektár.

Dátum sejby: 26. 2. 2014; 9. 3. 2015; 11. 3. 2016

Dátum zberu: 6. 7. 2014; 8. 7. 2015; 11. 7. 2016

Skúmaná bola odroda jačmeňa siateho jarného Malz po predplodine repe cukrovej. Odrada Malz bola registrovaná v roku 2002. Je stredne vysokého typu s vysokou sladovníckou kvalitou vo všetkých znakoch. Má veľké zrno, vysokú HTZ a vysoký podiel predného zrna. Je stredne odolná proti múčnatke trávovej a má veľmi dobrú odolnosť proti hrdzi jačmennej.

Z chemickej ochrany proti chorobám, škodcom a burinám boli použité prípravky: Lintur Premium (herbicíd, dvojkľúčolístové buriny) dávka 0,15 kg.ha⁻¹ + stimulant rastu Lexin (0,25 l.ha⁻¹). Na choroby bázy stebľa a listové choroby bol použitý fungicíd Tálus 20 EC (múčnatka trávová) v 0,25 l.ha⁻¹ dávke s pridaním prípravku na spevnenie stebľa proti poliehaniu (Moddus, 0,3 l.ha⁻¹) a insekticídu proti voškám a cikádám Supersect v dávke 0,1 l.ha⁻¹. Na začiatku klasenia sme porast ošetrili prípravkom Amistar Xtra dávkou 0,75 l.ha⁻¹ (fungicíd proti múčnatke trávovej a hnedej škvrnitosti jačmeňa).

Výsledky pokusu boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu, Tukey testom v programe Statgraphics Plus.

Výsledky a diskusia

Pestovateľské ročníky 2014 – 2016, v porovnaní s normálnymi hodnotami z rokov 1951 – 1980, sa vyznačovali zvýšením ročnej teploty od 1,73 °C (2016) po +2,67 °C (2014). V roku 2015 prevýšila teplota dlhodobý normál o 2,06 °C. Medzi hodnotenými ročníkmi vznikli rozdiely aj v množstve zrážok. Najsuchší bol rok 2015, kde dosiahli

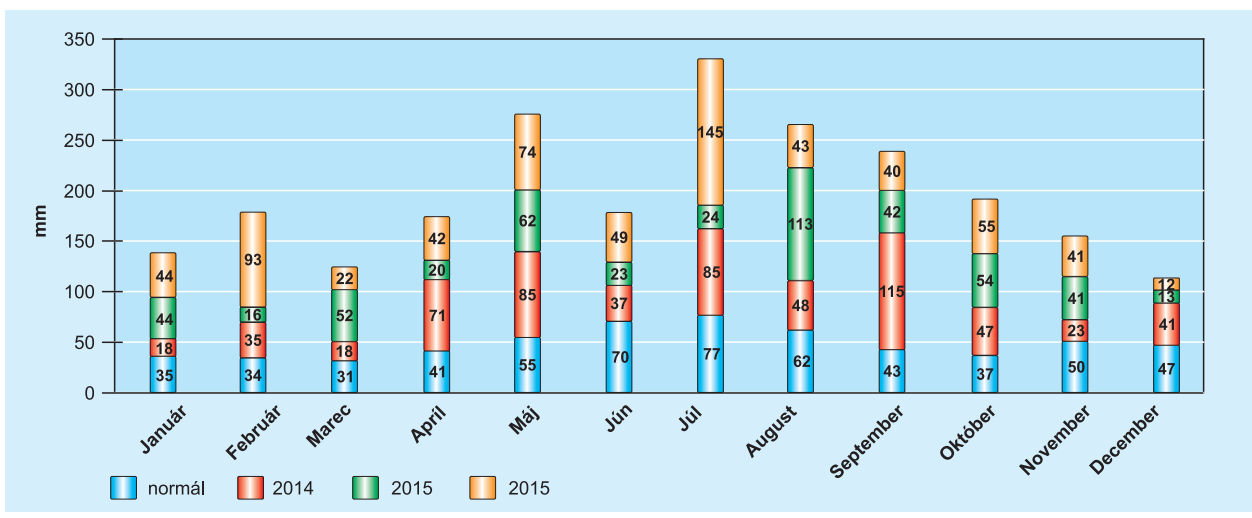
zrážky iba 86 % z normálu a najvlhší bol rok 2016 s hodnotou 115,3 % normálu. V roku 2014 bolo celkovo 623 mm zrážok, čím vzniklo, v porovnaní s normálnymi hodnotami, prevýšenie o 7 %. Pre každú plodinu je dôležitejšia teplota a zrážky počas vegetačného obdobia. Priemerná teplota bola najnižšia v roku 2015 (15,1 °C) a najvyššia v roku 2014 (15,7 °C). Množstvo zrážok v priebehu vegetačného obdobia (marec až júl) bolo najvyššie v roku 2016 (331 mm) a najnižšie v roku 2015 (180,7 mm). Pri bližšom skúmaní sme zistili, že pre jačmeň siaty jarný, sú rozhodujúce teplotné a vlhové pomery v mesiaci máj. Potvrdili to výsledky úrody zrna, ktoré boli najvyššie v roku 2015, kde teplota aj zrážky v mesiaci máj boli na úrovni dlhodobého normálu, pritom počas celého vegetačného obdobia zrážky tvorili iba 66 % z normálu. Množstvo zrážok v jednotlivých mesiacoch je uvedené na Obr. 1 a teplotné mesačné odchýlky od dlhoročného normálu v tabuľke 1.

Preukazne najvyššia úroda zrna jačmeňa siateho jarného (Tab. 2) bola v roku 2015 (6,20 t.ha⁻¹) a najnižšia v roku 2014 (5,07 t.ha⁻¹), keď mesiac máj bol teplotne normálny, ale zrážky prevýšili normálnu hodnotu o 73,2 %. Podobne to bolo aj v roku 2016, ale s nižšou hodnotou prevýšenia normálnych zrážok (+33,6 %). V tomto období jačmeň stebloval a ako uvádza (15), táto rastová fáza jačmeňa je citlivá na nedostatok vlhky a vysoké teploty. Pre dosiahnutie určitej úrovne produkcie a za určitých predpokladov, sladovníckemu jačmeňu vyhovujú zrážky v množstve: 40 mm v apríli, 60 – 65 mm v máji, 70 mm v júni (8).

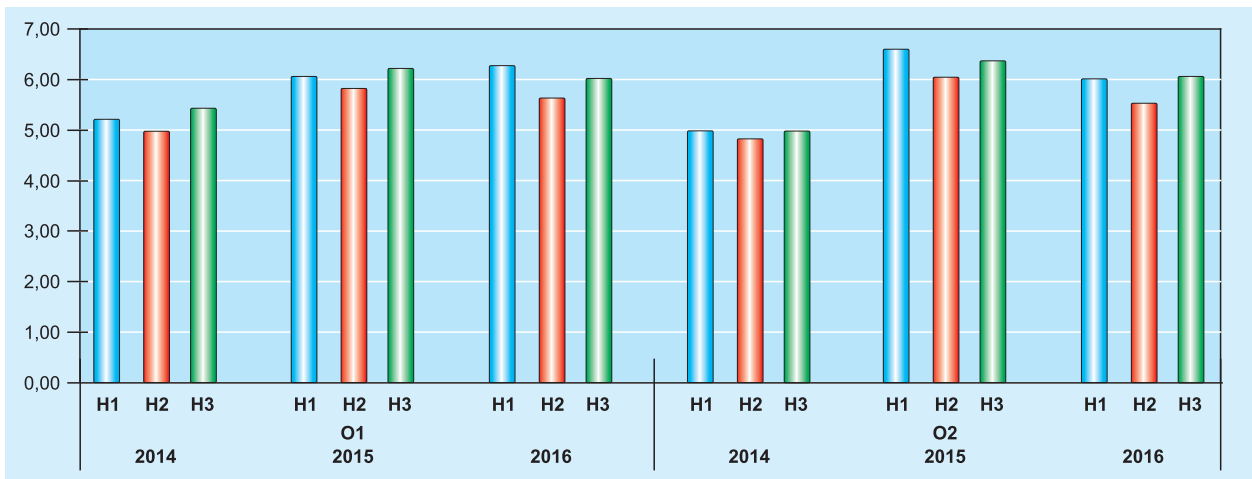
Významný vplyv ročníka na úrodu zrna jačmeňa siateho jarného uvádza viacero autorov (25; 28). Poveternostným podmienkam pripisujú až 60 % podiel na variabilite úrod jačmeňa siateho jarného (11).

Hnojenie porastov je dôležitým intenzifikačným opatrením. Základom dusíkatej výživy je, aby rastliny mali dostatok dusíka do začiatku odnožovania. Ako uvádza

Obr. 1: Mesačné úhrny zrážok v rokoch 2014 – 2016 v porovnaní s normálom 1951 – 1980
Fig. 1: Monthly sums of precipitation in 2014–2016 in comparison with long term normal 1951–1980

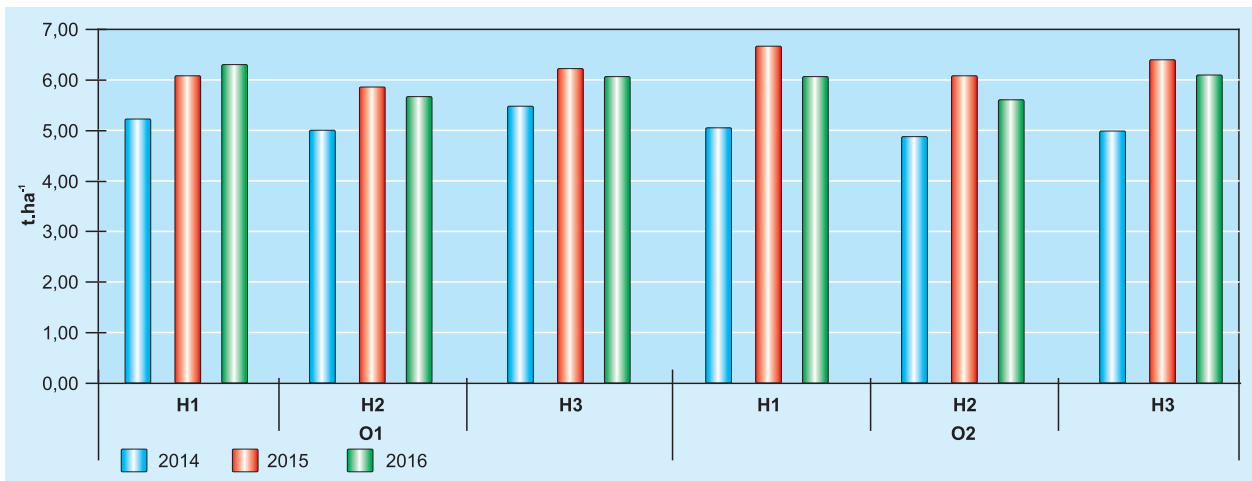


Obr. 2: Vplyv ročníka na úrody zrna jačmeňa sateho jarného podľa variantov hnojenia a spôsobov obrábania pôdy
Fig. 2: The influence of year on grain yield of spring barley according to variants of fertilization and manners of soil cultivation



O1, O2 – obrábanie pôdy; H1, H2, H3 – varianty hnojenia

Obr. 3: Úrody zrna jačmeňa sateho jarného podľa variantov hnojenia a spôsobov obrábania pôdy
Fig. 3: The grain yields of spring barley with regard to fertilization and soil cultivation



O1, O2 – obrábanie pôdy; H1, H2, H3 – varianty hnojenia

Tabuľka 3: Korelačné závislosti medzi úrodou zrna jačmeňa siateho jarného a vybranými ukazovateľmi

Table 3: Correlation relationship between grain yield of spring barley and selected factors

Parameter (1)	Bielkoviny (2)	Podiel zrna (3)	Klíčivosť (4)
Úroda (5)	0,3297+	-0,0275	-0,0571
Bielkoviny	–	-0,0234	-0,2131
Podiel zrna	–	–	-0,1792

$P_{0,05} = 0,27$; $P_{0,01} = 0,35$

(1) parameter, (2) proteins, (3) l. class grain, (5) yield

Klem et al. (12), preto by sa mali dávky dusíka rozdeliť na aplikáciu pred sejbou a do rastovej fázy 1. až 2. listu. V pokuse sme dosiahli preukazne vyššiu úrodu zrna na variante H1 (5,88 t.ha⁻¹), pri dávke čistých živín dusíka 94 kg.ha⁻¹ rozdelenej na jesennú a jarnú aplikáciu. Najnižšia úroda bola na variante H2 (5,48 t.ha⁻¹), pri dávke dusíka iba 16 kg.ha⁻¹ čistých živín použitej v jesennom období. Po jarnej aplikácii N 69 kg.ha⁻¹ č.č. vo variante H3 bola úroda 5,80 t.ha⁻¹. Viacej vlahy v mesiaci apríl podporilo tvorbu nadzemnej fytohmoty na úkor zrna.

Autori (10) v pokusoch zistili, že napriek vplyvu ročníka, aplikácia dusíkatých hnojív, najmä s obsahom síry, zvyšuje úrodu zrna jačmeňa už pri dávke dusíka 30 kg.ha⁻¹.

Dôležitou zložkou pestovateľskej technológie obilnín sú systémy obrábania pôdy a zakladania porastov. Je tu možnosť využitia tradičných technológií pôdy orbou, ako i minimalizačných technológií kyprenia pôdy radličkovým alebo tanierovým náradím. Voľbu pracovného postupu je potrebné prispôsobiť konkrétnym podmienkam stanovišťa, zaradeniu jačmeňa v oševnom postupe, vrátane manažmentu pozberových zvyškov, stavu pôdy, vybavenia podniku technikou a ďalšími faktormi. To znamená, že kvalitné založenie porastu jačmeňa siateho jarného začína už pri zbere predplodiny. Jednou z hlavných zásad je optimálna organizácia prác pri príprave pôdy s minimálnym počtom prejazdov, s využitím spájania operácií v požadovaných agrotechnických termínoch. Nutnosťou je diferencovaný prístup, podľa stavu pôdy (9).

Základnou úlohou celej sústavy obrábania pôdy je regulácia termodynamických podmienok v ornici a rizosfére podľa požiadaviek pestovaných rastlín v jednotlivých termodynamických fázach ich rastu a vývoja (4).

Nakoľko obilninám vyhovuje mierne uľahnutá pôda, hlbšie obrábanie nie je potrebné a preto sa môžu využívať aj minimalizačné technológie, ktoré sa uplatňujú na stredne ťažkých, štruktúrnych pôdach s vyššou prirodzenou úrodnosťou pôdy (20).

Vhodnosť využitia minimalizačných technológií pri pestovaní jačmeňa siateho jarného uvádzajú aj Kováč et al. (13). Použitie minimalizačných technológií môže napomôcť dosiahnutiu vyššej efektívnosti pestovania sladovníckeho jačmeňa (19).

V našom pokuse medzi konvenčným spôsobom obrábania pôdy a minimalizačným neboli preukazné rozdiely v úrode zrna jačmeňa siateho jarného. Vplyv podmienok ročníka, v kombinácii s variantmi hnojenia a spôsobmi obrábania pôdy na úrodu zrna jačmeňa siateho jarného, je viditeľný na Obr. 2 a Obr. 3.

Pri výbere spôsobu obrábania pôdy, je hlavným faktorom ochrana pôdy proti erózii, dobré hospodárenie s vodou, uchovanie úrodnosti pôdy, hospodárenie s pozberovými zvyškami a zvládnutie procesov spôsobujúcich zhutnenie pôdy (5).

V prípade využitia jačmeňa siateho jarného na sladovnícke účely je rozhodujúca kvalita zrna podľa požiadaviek sladovníckeho priemyslu.

Za dobrý sladovnícky jačmeň sa považuje jačmeň s typickou slamovou farbou a vôňou, nepoškodený a mikrobiologicky čistý, s maximálnou klíčivosťou, s vysokou klíčivou energiou, s nízkou citlivosťou na vodu, s vysokým obsahom škrobu a priaznivým obsahom bielkovín (1).

Z kvalitatívnych ukazovateľov zrna jačmeňa je dôležitý hlavne obsah hrubého proteínu (bielkoviny), ktorých obsah v sušine by mal byť 8 – 13 % (6), Všetky dusíkaté látky (NL) prítomné v zrne tvoria 98 %. Ich obsah v zrne sa vyžaduje do 11 %, pretože vyšší obsah spôsobuje bielkovinové zákaly piva. Nemali by klesnúť pod 9 %. Obsah škrobu má byť nad 60 %, obsah extraktu min. 80 %.

Kolektív autorov (27; 14) uvádza, že obsah N-látok výrazne ovplyvňujú agroekologické podmienky pestovania. Potvrdzujú to aj naše výsledky.

Obsah bielkovín v zrne jačmeňa bol v roku 2015 (11,85 %) a 2016 (11,84 %) preukazne vyšší ako v roku 2014 (11,70 %). Suchšie a teplejšie podmienky pri naplňaní zrna podporujú zvýšenie obsahu bielkovín, čo je pre sladovnícky priemysel nežiaduce. Šoltýsová a Danilovič (23) zaznamenali pri sladovníckom jačmeni zvýšenie obsahu hrubého proteínu v zrážkovo najchudobnejších rokoch.

Za optimálnu hranicu v zrne jačmeňa sa považuje obsah dusíkatých látok 10,2 % až 11,0 % a obsah extraktu v sušine 83,0 % (21).

Rozhodujúci vplyv na kvalitu zrna jačmeňa jarného má hnojenie dusíkom. Vo výsledkoch získaných v pokuse sa na obsahu bielkovín v zrne jačmeňa siateho jarného prejavilo pôsobenie aplikovaných hnojív. Použité boli pevné aj tekuté formy dusíkatých hnojív. Aplikáciu obidvoch foriem dusíkatých hnojív počas vegetácie odporúča (2).

Preukazne najvyšší obsah bielkovín bol vo variante H1 (11,92 %), po aplikácii najvyššej dávky dusíka (94 kg.ha⁻¹). Užik et al. (24) zaznamenali výrazné zvýšenie obsahu bielkovín v zrne jačmeňa pri dávke dusíka 80 kg.ha⁻¹.

Dávka dusíka vypočítaná na úrodu zrna jačmeňa siateho jarného 5 t.ha⁻¹ pôsobí pozitívne na úrodu, ale mierne zvyšuje obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa, najmä v kombinácii s nepriaznivými poveternostnými vplyvmi, čo nie je žiaduce pre jačmeň využívaný na sladovnícke účely. Na formovaní úrody a kvality zrna jačmeňa siateho jarného sa prejavila pozitívne aplikácia hnojiva DAM 390 v dávke dusíka vypočítanej na úrodu zrna jačmeňa siateho jarného 5 t.ha⁻¹. Najmenej bielkovín obsahovalo zrno jačmeňa vo variante H2 (11,66 %), pri dávke dusíka 16 kg.ha⁻¹ použitého pri jesennom hnojení. Po jarnej aplikácii dusíkatých hnojív (69,0 kg.ha⁻¹ N) bol obsah bielkovín v zrne jačmeňa 11,80 % preukazne vyšší oproti variantu H2. Potvrдили sa poznatky autorov (17), že dusíkatou výživou sa zvyšuje obsah bielkovín v zrne jačmeňa.

Priama korelačná závislosť bola zistená iba medzi úrodou zrna a obsahom bielkovín ($r = 0,32^*$). Ostatné závislosti boli nepreukazné (Tab. 3)

Podiel zrna nad sitom 2,5 mm bol najpriaznivejší v roku 2015 (96,92 %) oproti roku 2016 (90,44 %), v ktorom bol vysokopreukazne najnižší. Vysoká dávka dusíka sa prejavila negatívne na veľkosti zrna, pretože vo variante H1 bol podiel (93,86 %), preukazne najnižší.

Vo svojich prácach, (7; 2) potvrdili štatisticky preukazný vplyv ročníka, obrábania pôdy a hnojenia na úrodu zrna jačmeňa siateho jarného, ako aj silný vplyv ročníka na do-

siahnuté hodnoty HTZ, objemovej hmotnosti, podielu zrna a bielkovín.

Klíčivosť zrna je pre jačmeň, využívaný na sladovnícke účely, veľmi dôležitá a podľa STN 461100-5 (21) sa vyžaduje pri nákupe min. 95 %. Najnižšia bola v roku 2015 (91,78 %) a najvyššia v roku 2014 (99,08 %). Z variantov hnojenia bola klíčivosť zrna preukazne najnižšia vo variante H2 pri najnižšej dávke dusíka. Priaznivejšia bola po aplikácii vyšších dávok dusíka vo variante H1 a H3. Spôsoby obrábania pôdy pôsobili na klíčivosť zrna nepreukazne.

Záver

Jačmeň siaty jarný, odroda Malz, pestovaný v klimaticky teplej oblasti, bol v rokoch 2014 až 2016, vystavený pôsobeniu rozdielnych teplotných a vlhkových podmienok. Tieto pôsobili v interakcii s aplikovanou výživou porastu a spôsobmi obrábania pôdy. Preukazne najvyššia úroda zrna bola v roku 2015 (6,20 t.ha⁻¹), kedy v období steblovania v mesiaci máj, bola teplota a zrážky na úrovni dlhodobého normálu. Delená aplikácia hnojív v jesennom a jarnom období sa prejavila ako vhodnejší spôsob v porovnaní iba s jednorazovou aplikáciou na jeseň alebo na jar.

Medzi konvenčným a minimalizačným spôsobom obrábania pôdy neboli v úrode zrna preukazné rozdiely.

Kvalita zrna, najmä obsah bielkovín, bola ovplyvnená podmienkami ročníka, dávkami a termínom aplikácie dusíkatých hnojív. Najpriaznivejší obsah bielkovín v zrne jačmeňa (11,70 %) bol v roku 2014, ako aj pri najnižšej dávke dusíka (iba 16 kg.ha⁻¹) aplikovanej v jesennom období (obsah bielkovín 11,60 %).

Podiel zrna nad sitom 2,5 mm a klíčivosť zrna boli ovplyvnené podmienky ročníka a výživou porastu.

Literatúra

- (1) BELITZ, H. D. – GROSCH, W. – SCHIEBERLE, P. 2009. Food Chemistry. 4th revised and extended ed. Berlin : Springer – Verlag, 2009, 1070 p.
- (2) CANDRÁKOVÁ, E. 2011. Reakcia jačmeňa sateho jarného na aplikáciu dusíkatých hnojív počas vegetácie. In Agrochémia/chemistry, roč. XV, (51), č. 1, s. 3–8.
- (3) CANDRÁKOVÁ, E. – HANÁČKOVÁ, E. – ŽEMBERY, J. – ILLÉŠ, L. – ONDRIŠÍK, P. – URMINSKÁ, J. 2015. Pestovanie poľných plodín vo vyváženom oševnom postupe. Vedecká monografia. Nitra : SPU, 2015, 145 s.
- (4) DEMO, M. – BIELEK, P. a kol. 2000. Regulačné technológie v produkčnom procese poľnohospodárskych plodín. Nitra : SPU; Bratislava : VÚPaOP, 2000, 648 s.
- (5) ERBACH, D. C. 1992. Residues and compaction management for rodge and no – tillage production. In Súčasný stav a perspektíva pôdochranných technológií obrábania pôdy v USA a ČSSR: Zborník zo seminára. Piešťany : VÚRV, 1992, s. 9–13.
- (6) FRANČÁKOVÁ, H. a kol. 2010. Hodnotenie poľnohospodárskych produktov. Nitra : SPU, 2010, s. 18–19.
- (7) HANÁČKOVÁ, E. – CANDRÁKOVÁ, E. 2013. Možnosti uplatnenia pestovateľských systémov jačmeňa sateho jarného v udržateľnom poľnohospodárstve. 1. vyd., Nitra : SPU, 2013. 119 s.
- (8) HOLKOVÁ, S. a kol. 2003. Jačmeň – biológia, pestovanie a využívanie. Nitra : SPU, 190 s.
- (9) HRUBÝ, J. – BADALÍKOVÁ, B. Minimalizačné technológie z pohľadu dlhodobých pokusov – jačmeň jarný. In Naše pole, roč. 11, 2008, s. 44–45.
- (10) HRIVNA, L. – RYANT, P. – PROKEŠ, J. 2007: Vliv hnojení ječmene dusíkem a sírou na výnos a technologické parametry zrna a sladů. In Agrochémia, roč. XI. (47), č. 3, s. 7–13.

- (11) CHMIELEWSKI, F. M. – KOHN, W. 1999. Impact of weather on yield components of spring cereals over 30 years. In Agric. For. Meteorol., no. 96, pp. 49–58.
- (12) KLEM, K. – KLEMOVÁ, Z. – MÍŠA, P. 2010. Faktory ovlivňující obsah dusíkatých látek v zrnu ječmene a možnosti ovlivnění. In Sborník z konference „Sladovnícký ječmen – přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna“ 2010. Praha : ČZU, s. 24–28.
- (13) KOVÁČ, K. – NOZDROVICKÝ, L. – MACÁK, M. et al. 2010. Minimalizačné a pôdochranné technológie. Nitra : SPU, 2010, 142 s.
- (14) KRIŽANOVÁ, K et al. 2010. Grain yield and malting quality of new spring barley genotypes. In Agriculture, vol. 56, 2010, no. 3, pp. 90–94.
- (15) LÍŠKA, E. – FRANČÁKOVÁ, H. – KULÍK, D. 1994. Vplyv poveternostných podmienok na kvalitu zrna jarného jačmeňa. In Poľnohospodárstvo, roč. 40, 1994, č. 9, s. 642–650.
- (16) LÍŠKA, E. – ILLÉŠ, L. – ŽEMBERY, J. 2006. Vplyv zmien vnútornej energie (ΔU) na úrodovorné prvky a úrody jačmeňa jarného. In Acta fytotechnica et zootechnica, roč. 9, č. 4, 2006, s. 103–109.
- (17) LOŽEK, O. – SLAMKA, P. – VARGA, L. – MARČEK, M. – SPYCHAJ-FABISIÁK, E. 2009. Efektívnosť dusíkatých hnojív s obsahom síry a horčíka pri pestovaní jarného jačmeňa. In Agrochémia. roč. XIII. (49), č. 1, s. 16–19.
- (18) MASÁR, I. 2017. Obilniny. Situačná a výhľadová správa k 31. 12. 2016. Bratislava : NPPC-VÚEPP, roč. 54, č. 1, 2017.
- (19) NOZDROVICKÝ, L. – RATAJ, V. 2000. Možnosti uplatnenia minimalizačných technológií pri zakladaní porastu sladovníckeho jačmeňa a ich ekonomické dôsledky. In Jačmeň-výroba a zhodnotenie, Nitra : SPU, 2000, s. 55–59.
- (20) PROCHÁZKOVÁ, B. 2006. Zpracování půdy k jarnímu ječmeni a zařazení do osevního postupu. In Zimolka a i., Ječmen-formy a užitkové směry v České republice. Praha : Profi Press, 2006, s. 53–55.
- (21) PSOTA, V. – KOSAŘ, K 2002. Ukazatel sladovnícké kvality. In Kvasný průmysl, roč. 48, č. 6, s. 142–148.
- (22) STN 461100-5/2004. Technické požiadavky a požiadavky na kvalitu zrna jačmeňa sladovníckeho. <http://www.sladovna.sk/poziadavky-na-kvalitu-jacmena.html>.
- (23) ŠOLTÝSOVÁ, B. – DANILOVIČ, M. 2005. Zmeny úrod a kvalitatívnych parametrov jačmeňa sateho jarného v závislosti od podmienok prostredia. In Biotechnológie súčasnosti a budúcnosti, 2005.
- (24) UŽÍK, M., – ŽOFAJOVÁ, A. – RUCKSCHLOSS, L. 2008. Reakcia troch odrôd jačmeňa sateho jarného na N hnojenie v úrode zrna a v ukazovateľoch kvality zrna. In Agrochémia, roč. XII. (48), č. 1, s. 6–10.
- (25) VIDOVIČ, J. 2001. Účinnok hnojenie dusíkom na na úrodu a kvalitu zrna jačmeňa sateho jarného (*Hordeum vulgare* L.). In Vedecké práce Výskumného ústavu rastlinnej výroby Piešťany, roč. 30, 2001, s. 5–10.
- (26) VILČEK, Juraj. 2009. Potenciál pôd a agrárnej krajiny na pestovanie obilnín. In Geografický časopis, roč. 61, č. 2, s. 153–176.
- (27) ZIMOLKA, J. et al. 2006. Ječmen – formy a užitkové směry v České republice. Praha, 2006, 199 s.
- (28) ŽÁK, Š. – LEHOCKÁ, Z. – JAMBOR, M. 2005: Vplyv rôznych systémov pestovania a hnojenia dusíkom na úrodu, vybrané úrodovorné prvky a niektoré znaky kvality jačmeňa. In Agriculture (Poľnohospodárstvo), roč. 51, 2005, č. 12, s. 630 – 639.

doc. Ing. Eva Candráková, PhD.,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Katedra rastlinnej výroby
Tr. Andreja Hlinku, 949 76 Nitra, tel. 037/6508 224,
e-mail: Eva.Candrakova@uniag.sk
Ing. Marek Košecký,
PD Ludanice,
956 11 Ludanice, okres Topoľčany,
tel. 0907 716519

Efekt lignitu pridaného k hnojivám na úrodu a odber živín pšenice ozimnou

Effect of lignite added to fertilizers on yield and uptake of nutrients by winter wheat

Pavol Slamka, Otto Ložek, Zuzana Rybárová

In short-term pot experiment with winter wheat (Akteur variety), an effect of lignite addition to DASA 26/13, DASAMAG 24/10-6MgO and MAGNISUL 21/10-5MgO fertilizers, respectively, was tested. Addition of 1% of lignite to all tested fertilizers increased dry matter yield of aboveground phytomass of winter wheat at growth stage of milk-wax ripeness by 4.6 to 9%. Addition of 3% of lignite was more effective, increasing yield by 7.1–20%. In consequence of lignite addition to DASA fertilizers, uptake of all nutrients by aboveground phytomass of winter wheat was increasing. Addition of 3% of lignite was more effective (in comparison to 1% addition) when it increased uptake of macroelements by 17 to 29%. Addition of lignite to DASAMAG fertilizers influenced uptake of macronutrients far less than with DASA, and uptake of sulphur even significantly reduced. With other macroelements the effect of lignite was weak (excluding Ca and Mg) what is in accordance with the yields of dry matter in treatments fertilized with this fertilizer. Fertilizer MAGNISUL reacted on addition of lignite similarly as DASA increasing the uptake of all macronutrients by 4 to 27%, with an exception of phosphorus, in which case uptake was decreased by 3 to 7% in comparison to “pure” MAGNISUL without lignite.

fertilizers, lignite, uptake of nutrients, macroelements, microelements

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 buncých stien a vlastne celého obsahu buniek (9). Je motorom rastu a dynamiky tvorby úrody. Podie-

ľa 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 – zŕn (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 sŕnymi a dusíkatými skupinami a kyslíkovými článkami (3).

Humínové látky prítomné v lignite sú od polymérov odvodené molekuly, ktoré sa formovali v pôde počas dekompozície rastlinných a animálnych zvyškov prostredníctvom chemických a biologických procesov (8), a ktoré sú rezistentné voči mikrobiálnej degradácii (4). Tieto látky sú významným zdrojom uhlíka v pôde (9). Humínové látky sa v širokom rozsahu využívajú v poľnohospodárskej praxi buď ako priamo aplikované roztoky humínových substancií alebo prostredníctvom kompostovaných organických hnojívnych doplnkov (1, 2, 5). Dôležitým efektom aplikácie humínových látok na pôdne charakteristiky je zvýšenie potenciálnej prijateľnosti minerálnych živín v dôsledku ich schopnosti formovať stabilné organo-minerálne komplexy. Ako príklad možno uviesť v poslednom období sa vytvárajú novú skupinu hnojív, ktorá je založená na tvorbe fosfáto-metálovo-humátových komplexov reprezentujúcu vo väčšej miere udržateľný zdroj pre rastliny prijateľného fosforu ako tomu bolo doteraz.

Cieľom predkladanej práce bolo posúdiť formou nádobového pokusu vplyv pridaného lignitu v 1 % a 3 % koncentracii do hnojiva DASA 26/13, DASAMAG a MAGNISUL na úrodu nadzemnej hmoty pšenice a odber živín touto plodinou.

Materiál a metodika

Za účelom overovania agronomickej účinnosti hnojív DASA 26/13, DASAMAG 24/10-6MgO a MAGNISUL 21/10-5MgO s pridaním a bez pridaného lignitu bol na jeseň v roku 2016 založený krátkodobý nádobový pokus s modelovou plodinou ozimná pšenica, odroda Akteur.

Pokus sa realizoval v nádobách o priemere 250 mm, výške 400 mm a návažka zeminy do jednej nádoby činila 7 kg pôdy. V pokuse bola použitá hlinitá, stredne ťažká hnedozem z lokality školského poľnohospodárskeho podniku v Kolíňanoch.

Preosiata pôda cez sito s veľkosťou otvorov 2 mm bola dôkladne premiešaná a vsypaná do každej nádoby zvlášť. Následne sa aplikovali testované hnojivá, ktoré sa zapra-

Tabuľka 1: Agrochemická charakteristika pôdy, ktorá bola použitá na nádobový pokus s pšenicou ozimnou

Table 1: Agrochemical characteristic of soil in pot experiment with winter wheat

mg.kg ⁻¹ pôdy								
pH	N _{an}	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P	K	Ca	Mg	S
5,75	41,4	10,0	31,4	26,5	322,0	6838	295,6	3,42
Hodnotenie (1)								
sl. kyslé (2)	vysoký (3)	stredný (4)	vysoký	nízky (5)	vysoký	vysoký	vysoký	nízky

(1) evaluation, (2) slightly acid, (3) high, (4) medium, (5) low

Tabuľka 2: Schéma variantov výživy pšenice ozimnej – nádobový pokus

Table 2: Scheme of winter wheat nutrition treatments –pot experiment

Variant výživy (1)	Popis variantov výživy (2)	N (g.nádoba ⁻¹) (3)		N spolu (4)	Hnojivo (g.nádoba ⁻¹) (5)
		pred sejbou	regeneračné		
1	nehnojená kontrola (6)	0	0	0	0
2	DASA 26/13	0,585	0,585	1,17	4,50
3	DASA 26/13 + 1 % lignit (7)	0,585	0,585	1,17	4,55
4	DASA 26/13 + 3 % lignit	0,585	0,585	1,17	4,64
5	DASAMAG 24/10-6MgO	0,585	0,585	1,17	4,88
6	DASAMAG 24/10-6MgO + 1 % lignit	0,585	0,585	1,17	4,93
7	DASAMAG 24/10-6MgO + 3 % lignit	0,585	0,585	1,17	5,03
8	MAGNISUL 21/10-5MgO	0,585	0,585	1,17	5,57
9	MAGNISUL 21/10-5MgO + 1 % lignit	0,585	0,585	1,17	5,63
10	MAGNISUL 21/10-5MgO + 3 % lignit	0,585	0,585	1,17	5,75

(1) treatment of nutrition, (2) fertilizers (3) rate of N (g per pot), (4) N total (g per pot), (5) rate of fertilizer(g per pot) (6) unfertilized control, (7) lignite

covali do profilu pôdy do hĺbky približne 10 cm. Po uľahnutí pôdy v nádobách sa po piatich dňoch 25.9.2016 vysialo do každej nádoby 20 namorených semien pšenice ozimnej. Následne bola 27.9.2016 do všetkých nádob pridaná destilovaná voda v množstve 700 ml odpovedajúcej jej nasýteniu na plnú vodnú kapacitu.

Variantov výživy bolo 10 a z každého variantu boli urobene 3 opakovania, t. j. spolu bolo na tento vegetačný krátkodobý pokus použitých 30 nádob. Počas celej doby trvania pokusu od sejby až po zber 19.6.2017 sa každá nádoba denne zalievala destilovanou vodou na úroveň 60 % z plnej vodnej kapacity (PVK), čo sa zisťovalo vážením úbytku odparovanej a transpirovanej vody z každej nádoby.

Pôda aplikovaná do pokusných nádob vykazovala obsah prístupných živín, resp. agrochemickú charakteristiku, ktorá je uvedená v tabuľke 1. Z týchto hodnôt vyplýva, že pôdna reakcia je kyslá, obsah draslíka, vápnika a horčíka je vysoký; fosforu a síry nízky. Obsah anorganického dusíka v pôde je vysoký, pričom prevažuje dusičnanová forma. Zber nádobového pokusu sa uskutočnil 19. 6. 2017 v rastovej fáze mliečno-voskovej zrelosti pšenice, kedy bola dosiahnutá maximálna produkcia nadzemnej hmoty. Po odobratí rastlín bola stanovená čerstvá hmotnosť nadzemnej biomasy vážením na presných váhach. Následne boli rastliny vysušené do konštantnej hmotnosti pri 105 °C a vážením zistená hmotnosť suchých rastlín. Z čerstvej a suchej hmotnosti nadzemnej biomasy pšenice bol vypočítaný obsah sušiny. V sušine nadzemnej biomasy boli stanovené obsahy makroživín (N, P, K, Ca, Mg, S) a mikroživín (Zn, Fe, Mn, Cu) bežnými štandardnými metódami. Z obsahov jednotlivých prvkov v sušine nadzemnej biomasy pšenice a jej suchej hmotnosti boli na príslušných variantoch hnojenia vypočítané odbery makro a mikroživín nadzemnou biomasou pšenice.

Schéma variantov výživy pšenice ozimnej, dávka aplikovaného dusíka a dávky hnojív v nádobovom pokuse sú

uvedené v tabuľke 2. Na varianty výživy 2-10 sa použila rovnaká dávka dusíka t. j. 1,17 g N na nádobu, ktorý bol aplikovaný delene: ½ pred sejbou a ½ skoro na jar v rámci regeneračného hnojenia.

- Variant „1“ bol kontrolný bez dusíkatej výživy.
- Na variante „2“ sa aplikovalo hnojivo DASA bez lignitu.
- Na variante „3“ sa aplikovalo hnojivo DASA + 1 % lignitu.
- Na variante „4“ sa aplikovalo hnojivo DASA + 3 % lignitu.
- Na variante „5“ sa aplikovalo hnojivo DASAMAG 24/10-6MgO bez lignitu.
- Na variante „6“ sa aplikovalo hnojivo DASAMAG 24/10-6MgO + 1 % lignit.
- Na variante „7“ sa aplikovalo hnojivo DASAMAG 24/10-6MgO + 3 % lignitu.
- Na variante „8“ sa aplikovalo hnojivo MAGNISUL 21/10-5MgO bez lignitu.
- Na variante „9“ sa aplikovalo hnojivo MAGNISUL 21/10-5MgO + 1 % lignitu.
- Na variante „10“ sa aplikovalo hnojivo MAGNISUL 21/10-5MgO + 3 % lignitu.

Výsledky a diskusia

Hodnotenie čerstvej a suchej hmoty pšenice a obsahu sušiny v nej

Najvyššia úroda čerstvej hmoty pšenice ozimnej bola zistená vo variante hnojenom hnojivom DASAMAG + 1 % lignitu (154,3 g.nádoba⁻¹), čo bolo zvýšenie o 45 % v porovnaní s nehnojenou kontrolou a o 16 % v porovnaní s úrodou dosiahnutou na variante hnojenom hnojivom DASA bez lignitu (133,1 g.nádoba⁻¹). Druhá, resp. tretia najvyššia úroda bola dosiahnutá na variante hnojenom hnojivom DASA + 3 % lignitu (152,3 g.nádoba⁻¹) a na variante MAGNISUL + 3 % lignitu (151,6 g.nádoba⁻¹). V porovnaní s čistým hnojivom DASA to predstavovalo

Tabuľka 3: Hmotnosť nadzemnej biomasy (g.nádoba⁻¹) a obsah sušiny pšenice (%) v nadzemnej biomase (priemer 3 opakovaní)
Table 3: Weight of aboveground biomass (g.pot⁻¹) and its DM content (%) – average of 3 repetitions

Var.	Popis variantov výživy	Č.h.	Rel. %	Rel. %	S.h.	Rel. %	Rel. %	Suš. (%)
1	nehnojená kontrola	106,1	100	-	48,5	100	-	45,7
2	DASA 26/13	133,1	125	100	61,1	126	100	45,9
3	DASA 26/13 + 1 % lignit	141,3	133	106	66,7	138	109	47,2
4	DASA 26/13 + 3 % lignit	152,3	144	114	73,4	151	120	48,2
5	DASAMAG 24/10-6MgO	138,0	130	104	68,6	141	100	49,7
6	DASAMAG 24/10-6MgO + 1 % lignit	154,3	145	116	69,9	144	101,9	45,3
7	DASAMAG 24/10-6MgO + 3 % lignit	140,5	132	106	68,3	141	99,6	48,6
8	MAGNISUL 21/10-5MgO	146,2	138	110	65,8	136	100	45,0
9	MAGNISUL 21/10-5MgO + 1 % lignit	146,7	138	110	68,8	142	104,6	46,9
10	MAGNISUL 21/10-5MgO + 3 % lignit	151,6	143	114	70,5	145	107,1	46,5

Č.h. = čerstvá hmota (fresh matter), S.h. = suchá hmota (dry matter), Suš. = obsah sušiny (content of dry matter)

Tabuľka 4: Obsah makroživín v nadzemnej hmote pšenice (% sušiny)

Table 4: Content of macronutrients in aboveground mass of wheat (% DM)

Variant výživy	N	P	K	Ca	Mg	S
1- nehnojená kontrola	3,407	0,293	2,845	0,235	0,256	0,665
2 – DASA	3,435	0,304	2,879	0,357	0,329	0,641
3 – DASA + 1 % lignit	3,481	0,307	2,772	0,327	0,303	0,611
4 – DASA 26/13 + 3 % lignit	3,616	0,326	2,821	0,352	0,335	0,638
5 – DASAMAG 24/10-6MgO	3,609	0,318	2,891	0,394	0,351	0,583
6 – DASAMAG 24/10-6MgO + 1 % lignit	3,589	0,317	2,873	0,395	0,355	0,496
7 – DASAMAG 24/10-6MgO + 3 % lignit	3,552	0,311	2,993	0,432	0,370	0,526
8 – MAGNISUL 21/10-5MgO	3,603	0,298	2,934	0,419	0,390	0,458
9 – MAGNISUL 21/10-5MgO + 1 % lignit	3,586	0,265	2,937	0,429	0,386	0,527
10 – MAGNISUL 21/10-5MgO + 3 % lignit	3,624	0,271	2,985	0,438	0,399	0,543

zvýšenie úrody o približne 14 % v oboch prípadoch. Z uvedeného je možné posúdiť aj účinok prídania lignitu, ktorý sa najvýraznejšie prejavil pri 1 % prídavku pri hnojive DASAMAG, pri ktorom však koncentrácia 3 % lignitu už úrodu v porovnaní s nižšou koncentráciou znižovala. Naopak, pri hnojivách DASA a MAGNISUL bol 3 % prídavok lignitu účinnejší ako 1 % a úrodu čerstvej hmoty pšenice ozimnej zvyšoval (tab. 3).

Čo sa týka úrody suchej hmoty pšenice situácia bola v prípade hnojiva DASA a MAGNISUL rovnaká ako pri hodnotení úrody čerstvej hmoty, t. j. v oboch týchto prípadoch bola dosiahnutá najvyššia úroda na variante s prídavkom 3 % lignitu, a tieto hnojivá poskytli v uvedenom poradí najvyššiu úrodu suchej hmoty. Pri hnojive DASAMAG bol aj v prípade úrody suchej hmoty dosiahnutý lepší efekt pri 1 % prídavku lignitu ako pri 3 %, avšak kvôli nižšiemu obsahu sušiny (45,3 %) v zberanej hmote bola táto úroda až tretia v poradí (69,9 g.nádoba⁻¹).

Efekt prídania lignitu k jednotlivým hnojivám na úrodu suchej hmoty pšenice bol pozitívny pri hnojivách DASA a MAGNISUL, ale neúčinný pri hnojive DASAMAG (tab. 3).

Hodnotenie obsahu makroživín v nadzemnej hmote pšenice

Obsah dusíka v sušine nadzemnej hmoty pšenice ozimnej sa pohyboval v intervale 3,407 % (nehnojená kontrola) až po 3,624 % (MAGNISUL + 3 % lignitu). Prídanie 1 % aj 3 % lignitu zvyšovalo obsah N pri hnojive DASA a pri hnojive MAGNISUL (ale len 3 % prídavok). Pri hnojive DASAMAG došlo po pridaní lignitu k poklesu obsahu N v sušine, čo

možno pripísať na vrub zriedovaciemu efektu, nakoľko na tomto variante bola dosiahnutá najvyššia úroda čerstvej hmoty pšenice (tab. 4).

Koncentrácia P v sušine sa pohybovala v rozmedzí 0,265 % (MAGNISUL + 1 % lignitu) do 0,326 % (DASA + 3 % lignitu). Prídanie lignitu k hnojivu DASA zvyšovalo (podobne ako pri N) obsah P v sušine. Pri zostávajúcich dvoch hnojivách však došlo v dôsledku prídavku lignitu k poklesu obsahu P v sušine pšenice, v prípade hnojiva MAGNISUL až pod úroveň dosiahnutú na nehnojenej kontrole (tab. 4).

Pri draslíku jeho obsah v sušine nadzemnej hmoty pšenice kolísal v intervale 2,772 % (DASA bez lignitu) až 2,993 % (DASAMAG + 3 % lignitu). Prídanie lignitu k hnojivu DASA znižovalo obsah K v sušine. Naopak, pri hnojivách DASAMAG a MAGNISUL došlo k zvýšeniu jeho koncentrácie v sušine, ale len pri 3 % prídavku lignitu (tab. 4).

Všetky hnojivá výrazne zvyšovali obsah Ca v sušine pšenice. Jednoznačne najnižší obsah bol dosiahnutý na nehnojenej kontrole (0,235 %) a najvyšší na variante hnojenom hnojivom MAGNISUL + 3 % lignitu (0,438 %). Samotný lignit pri oboch úrovniach dotácie pôsobil pozitívne na obsah Ca pri hnojivách DASAMAG a MAGNISUL. Pri hnojive DASA sa jeho účinok neprejavil pozitívne, keď obsah Ca po pridaní lignitu poklesol, výraznejšie pri 1 % dotácii (tab. 4).

Podobne ako pri vápniku aj pri horčíku aplikácia lignitu prostredníctvom jeho prídania k jednotlivým hnojivám zvyšovala obsah Mg v sušine nadzemnej hmoty pšenice v porovnaní s nehnojenu kontrolou (0,256 %). Najvyšší obsah

Tabuľka 5: Odber makroživín nadzemnou hmotou pšenice (mg.nádoba⁻¹)
Table 5: Uptake of macronutrients by aboveground mass of wheat (mg.pot⁻¹)

Variant výživy	N	P	K	Ca	Mg	S
1 – nehnojená kontrola	1652	142,1	1380	114	124	323
2 – DASA	2099	185,7	1759	218	201	392
3 – DASA + 1 % lignit	2322	204,8	1849	218	202	408
4 – DASA 26/13 + 3 % lignit	2654	239,3	2071	258	246	468
5 – DASAMAG 24/10-6MgO	2476	218,1	1983	270	241	400
6 – DASAMAG 24/10-6MgO + 1 % lignit	2509	221,6	2008	276	248	347
7 – DASAMAG 24/10-6MgO + 3 % lignit	2426	212,4	2044	295	253	359
8 – MAGNISUL 21/10-5MgO	2371	196,1	1931	276	257	301
9 – MAGNISUL 21/10-5MgO + 1 % lignit	2467	182,3	2021	295	266	363
10 – MAGNISUL 21/10-5MgO + 3 % lignit	2555	191,1	2104	309	281	383
Relatívne v %						
2 – DASA	100	100	100	100	100	100
3 – DASA + 1 % lignit	110,6	110,3	105,1	100,0	100,5	104,1
4 – DASA 26/13 + 3 % lignit	126,4	128,9	117,7	118,3	122,4	119,4
5 – DASAMAG 24/10-6MgO	100	100	100	100	100	100
6 – DASAMAG 24/10-6MgO + 1 % lignit	101,3	101,6	101,3	102,2	102,9	86,8
7 – DASAMAG 24/10-6MgO + 3 % lignit	98,0	97,4	103,1	109,3	105,0	89,8
8 – MAGNISUL 21/10-5MgO	100	100	100	100	100	100
9 – MAGNISUL 21/10-5MgO + 1 % lignit	104,0	93,0	104,7	106,9	103,5	120,6
10 – MAGNISUL 21/10-5MgO + 3 % lignit	107,8	97,2	109,0	112,0	109,3	127,2

Mg bol rovnako ako pri Ca zistený na variante hnojenom hnojivom MAGNISUL + 3 % lignitu (0,399 %). Prídanie lignitu k jednotlivým hnojivám bolo účinné a zvyšovalo obsah Mg v sušine: pri hnojive DASAMAG obidve koncentrácie, pri hnojivách DASA a MAGNISUL iba 3 % prídavok.

Pri síre bol zistený opačný efekt aplikácie hnojív ako pri vápniku a horčíku. Aplikácia hnojív, či už s prídavkom alebo bez prídavku lignitu, obsah síry v sušine nadzemnej hmoty pšenice znižovala v porovnaní s nehnojeným kontrolným variantom. Najvyšší obsah síry bol teda zistený na variante bez hnojenia (0,665 %) a najnižší na variante hnojenom hnojivom MAGNISUL bez lignitu (0,458 %). Prídanie lignitu v obidvoch koncentráciách znižovalo obsah síry v sušine po aplikácii hnojív DASA aj DASAMAG. Pri hnojive MAGNISUL bol zaznamenaný opačný efekt, t. j. prídanie 1 % aj 3 % lignitu k tomuto hnojivu obsah síry v sušine progresívne zvyšovalo (tab.4).

Hodnotenie odberu makroživín nadzemnou hmotou pšenice ozimnej

Všetky aplikované hnojivá výrazne a štatisticky preukázane zvyšovali odber dusíka nadzemnou hmotou pšenice v porovnaní s nehnojeným variantom. Najvyšší odber (2 654 mg N/nádoba) bol vypočítaný na variante s aplikáciou hnojiva DASA + 3 % lignitu. Hnojenie zvyšovalo odber N 1,2 – 1,5 násobne v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Vplyv lignitu pridaného k hnojivám je evidentný z tab. 5, z ktorej vyplýva, že jeho 1 % prídavok k hnojivu DASA zvýšil odber N o 10,6 % a pri 3 % prídavku až o 26,4 % v porovnaní s čistou DASOU. Podobne to bolo aj pri hnojive MAGNISUL, ale na nižšej kvantitatívnej úrovni – o 4,0, resp. 7,8 %. Pri hnojive DASAMAG prídanie lignitu nevykazovalo významný efekt (tab. 5).

Podobne ako pri dusíku aj pri fosfore (a aj pri ostatných prvkoch – živinách) hnojenie zvyšovalo jeho odber nadzemnou fytoomasou rastlín pšenice. Hodnoty odberu P sa pohy-

bovali v intervale od 142,1 mg.nádoba⁻¹ (nehnojená kontrola, min.) do 239,3 mg.nádoba⁻¹ (DASA + 3 % lignitu, max.). Pri hnojive DASA bol účinný 1 % aj 3 % prídavok lignitu, ktorý zvyšoval odber P o 10,3, resp. 28,9 %. Prídavok lignitu k hnojivu DASAMAG bol prakticky neúčinný a pri hnojive MAGNISUL dokonca znižoval odber P o 2,8 až 7 % (tab. 5).

Pri draslíku bol jeho najvyšší odber (2104 mg.nádoba⁻¹) zistený na variante hnojenom hnojivom MAGNISUL + 3 % lignitu. Najnižší odber (1 759 mg.nádoba⁻¹) bol zaznamenaný na variante hnojenom hnojivom DASA bez lignitu. Na týchto istých variantoch boli zistené minimálne a maximálne hodnoty odberu aj pri Ca a Mg. Z tabuľky 5 tiež vyplýva, že pri všetkých týchto troch prvkoch (K, Ca, Mg) bol preukázaný pozitívny účinok prídavku lignitu na ich odber nadzemnou fytoomasou a to progresívne s jeho stúpajúcou dávkou. Kvantitatívne to predstavovalo v rámci týchto troch prvkov zvýšenie odberu v rozpätí od 1,3 do 22,4 %. Toto platí v podstate aj pre odber síry, ale s výnimkou hnojiva DASAMAG, kde po pridaní lignitu došlo k poklesu odberu síry o 13,2 % (1 % prídavok), resp. o 10,2 % (3 % prídavok). Najvyšší odber síry (468 mg.nádoba⁻¹) nadzemnou hmotou pšenice bol stanovený na variante hnojenom hnojivom DASA + 3 % lignitu, naopak najnižší odber (301 mg.nádoba⁻¹) bol na variante s hnojivom MAGNISUL bez lignitu (tab. 5).

Hodnotenie obsahu mikroživín v nadzemnej hmote pšenice

Obsah zinku v sušine nadzemnej hmoty pšenice sa v dôsledku hnojenia na všetkých variantoch znižoval, t. j. najvyšší obsah Zn (56,5 mg.kg⁻¹ sušiny) bol zistený na nehnojenom kontrolnom variante. Najnižší obsah Zn v sušine pšenice (46,2 mg.kg⁻¹) bol stanovený na variante hnojenom hnojivom DASAMAG + 3 % lignitu.

Pri hnojivách DASA a MAGNISUL prídanie lignitu v obidvoch koncentráciách (1 resp. 3 %) mierne zvyšovalo (štatisticky nepreukázane) koncentráciu zinku v sušine

Tabuľka 6: Obsah mikroživín v nadzemnej hmote pšenice (mg.kg⁻¹ sušiny)

Table 6: Content of micronutrients in aboveground mass of wheat (mg.kg⁻¹ DM)

Variant výživy	Zn	Fe	Mn	Cu
1 - nehnojená kontrola	56,5	72,6	35,3	12,3
2 - DASA	52,1	85,3	38,3	8,6
3 - DASA + 1 % lignit	52,6	91,2	38,9	8,1
4 - DASA + 3 % lignit	52,8	85,4	39,0	7,9
5 - DASAMAG 24/10-6MgO	51,7	81,2	37,1	8,3
6 - DASAMAG 24/10-6MgO + 1 % lignit	51,7	92,3	40,3	8,3
7 - DASAMAG 24/10-6MgO + 3 % lignit	46,2	85,1	40,5	8,9
8 - MAGNISUL 21/10-5MgO	48,4	83,9	38,2	8,7
9 - MAGNISUL 21/10-5MgO + 1 % lignit	48,8	90,8	42,3	9,7
10 - MAGNISUL 21/10-5MgO + 3 % lignit	49,1	86,4	42,6	10,1

Tabuľka 7: Odber mikroživín nadzemnou hmotou pšenice (mg.nádoba⁻¹)

Table 7: Uptake of micronutrients by aboveground mass of wheat (mg.pot⁻¹)

Variant výživy	mg.nádoba ⁻¹			
	Zn	Fe	Mn	Cu
1 - nehnojená kontrola	2,7	3,5	1,7	0,6
2 - DASA	3,2	5,2	2,4	0,5
3 - DASA + 1 % lignit	3,5	6,1	2,6	0,5
4 - DASA 26/13 + 3 % lignit	3,9	6,3	2,9	0,6
5 - DASAMAG 24/10-6MgO	3,5	5,6	2,6	0,6
6 - DASAMAG 24/10-6MgO + 1 % lignit	3,6	6,5	2,8	0,6
7 - DASAMAG 24/10-6MgO + 3 % lignit	3,2	5,8	2,7	0,6
8 - MAGNISUL 21/10-5MgO	3,2	5,5	2,5	0,6
9 - MAGNISUL 21/10-5MgO + 1 % lignit	3,4	6,2	2,9	0,7
10 - MAGNISUL 21/10-5MgO + 3 % lignit	3,5	6,1	3,0	0,7
Relatívne (%)				
2 - DASA	100	100	100	100
3 - DASA + 1 % lignit	109,4	17,3	108,3	100
4 - DASA 26/13 + 3 % lignit	121,9	121,2	120,8	120
5 - DASAMAG 24/10-6MgO	100	100	100	100
6 - DASAMAG 24/10-6MgO + 1 % lignit	102,9	116,1	107,7	100
7 - DASAMAG 24/10-6MgO + 3 % lignit	91,4	103,6	103,8	100
8 - MAGNISUL 21/10-5MgO	100	100	100	100
9 - MAGNISUL 21/10-5MgO + 1 % lignit	107,3	112,7	116	116,7
10 - MAGNISUL 21/10-5MgO + 3 % lignit	109,4	110,9	120	116,7

nadzemnej hmoty pšenice. Pri hnojive DASAMAG došlo k štatisticky významnému zníženiu koncentrácie zinku po pridaní 3 % lignitu k tomuto hnojivu (tab. 6).

Hnojenie skúmanými hnojivami pôsobilo na obsah železa v sušine nadzemnej hmoty pšenice opačne ako na obsah zinku, t. j. obsah železa zvyšovalo. Z toho vyplýva, že najnižší obsah Fe v sušine pšenice evidujeme na nehnojenom kontrolnom variante (72,6 mg.kg⁻¹ sušiny). Na druhej strane, najvyšší obsah tohto prvku (92,3 mg.kg⁻¹) bol zistený na variante hnojenom hnojivom DASAMAG + 1 % lignitu. Prídavanie lignitu pri všetkých hnojivách a v oboch koncentráciách (1vs 3 %) vykazovalo priaznivý vplyv na obsah Fe v sušine pšenice, t. j. ho zvyšovalo. Zaujímavé je, že prídavok 1 % lignitu bolo účinnejšie v porovnaní s 3 % prídavkom pri všetkých troch skúmaných hnojivách (tab.6).

Z hľadiska vplyvu hnojenia na obsah mangánu v sušine nadzemnej hmoty pšenice bola situácia podobná ako pri železe. To znamená, že hnojenie obsah mangánu

v sušine pšenice zvyšovalo. Najnižší obsah mangánu (35,3 mg.kg⁻¹ sušiny) bol preto zistený na nehnojenom kontrolnom variante. Naopak, najvyšší obsah (42,6 mg.kg⁻¹ sušiny) bol analyzovaný v sušine pšenice hnojenej hnojivom MAGNISUL + 3 % lignitu. Prídanie lignitu ku všetkým trom hnojivám (a to pri 1 % aj 3 % prídavku) zvyšovalo obsah mangánu v sušine. Pri hnojive DASA bol tento vplyv štatisticky nepreukazný, pri hnojivách DASAMAG a MAGNISUL bol na hranici preukaznosti až preukazný. Pri všetkých troch hnojivách nebol významný rozdiel medzi 1 % a 3 % prídavkom lignitu (tab. 6).

V rámci sledovaných mikroelementov, najnižší obsah v sušine nadzemnej hmoty pšenice bol zistený pri medi a pohyboval sa v intervale 12,3 mg.kg⁻¹ sušiny (nehnojená kontrola) až 7,9 mg.kg⁻¹ (DASA + 3 % lignitu). Med' reagovala na hnojenie podobne ako zinok, t. j. hnojenie jej obsah v sušine pšenice znižovalo. Na prídanie lignitu reagovali jednotlivé hnojivá rozdielne. Pri hnojive DASA

Tabuľka 8: Komplexné hodnotenie účinku hnojív na parametre nadzemnej hmoty pšenice ozimnej poradovým testom
Table 8: Evaluation of fertilizers effect in complexity

Parameter (1)	Variant (2)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Úroda čerstvej h. (3)	1	2	5	8	3	9	4	6	6	7
Úroda suchej h. (4)	1	2	4	9	5	7	5	3	6	8
Obsah sušiny (5)	3	4	7	8	10	2	9	1	6	5
Obs. N v n.h. (6)	1	2	3	9	8	6	4	7	5	10
Obs. P v n.h.	3	5	6	10	9	8	7	4	1	2
Obs. K v n.h.	3	5	1	2	6	4	10	7	8	9
Obs. Ca v n.h.	1	4	2	3	5	6	9	7	8	10
Obs. Mg v n.h.	1	3	2	4	5	6	7	9	8	10
Obs. S v n.h.	10	9	7	8	6	2	4	1	3	5
Obs. Zn v n.h.	9	6	7	8	5	5	1	2	3	4
Obs. Fe v n.h.	1	5	9	6	2	10	4	3	8	7
Obs. Mn v n.h.	1	4	5	6	2	7	8	3	9	10
Obs. Cu v n.h.	9	4	2	1	3	3	6	5	7	8
Odber N n.h. (7)	1	2	3	10	7	8	5	4	6	9
Odber P n.h.	1	3	6	10	8	9	7	5	2	4
Odber K n.h.	1	2	3	9	5	6	8	4	7	10
Odber Ca n.h.	1	2	2	3	4	5	6	5	6	7
Odber Mg n.h.	1	2	3	5	4	6	7	8	9	10
Odber S n.h.	2	7	9	10	8	3	4	1	5	6
Odber Zn n.h.	1	2	4	6	4	5	2	2	3	4
Odber Fe n.h.	1	2	6	8	4	9	5	3	7	6
Odber Mn n.h.	1	2	4	7	4	6	5	3	7	8
Odber Cu n.h.	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Body spolu (8)	56	80	101	152	119	134	129	95	133	162
Poradie (9)	10	9	7	2	6	3	5	8	4	1
Variant výživy (10)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Variant výživy	Kontrola	DASA	DASA + 1 % lignitu	DASA + 3 % lignitu	DASAMAG	DASAMAG + 1 % lignitu	DASAMAG + 3 % lignitu	MAGNISUL	MAGNISUL + 1 % lignitu	MAGNISUL + 3 % lignitu

Poznámka: 1 – najlepší v danom znaku, 10 – najhorší v danom znaku

Note: 1 – the best in the respective parameter, 10 – the worst in the respective parameter

(1) parameter, (2) variant, (3) yield of fresh matter, (4) yield of dry matter, (5) content of dry matter, (6) content of N in aboveground matter, (7) uptake of N by aboveground matter, (8) points in total, (9) order, (10) variant of nutrition

pridanie lignitu v oboch koncentráciách progresívne znižovalo obsah Cu v sušine. Pri hnojivách DASAMAG a MAGNISUL naopak, došlo k zvýšeniu obsahu Cu v pšenici po pridaní lignitu: keď pri hnojive DASAMAG bol účinný až 3 % prídavok lignitu, hnojivo MAGNISUL reagovalo na pridanie lignitu najlepšie a obsah Cu sa pri oboch koncentráciách lignitu (1 vs. 3 %) zvyšoval štatisticky významne v porovnaní s obsahom Cu na variante hnojenom hnojivom MAGNISUL bez lignitu.

Hodnotenie odberu mikroživín nadzemnou hmotou pšenice

Pri Zn, Fe a Mn hnojenie jednoznačne a štatisticky preukázalo zvyšovanie odberu týchto živín nadzemnou hmotou pšenice. Jedinú výnimku predstavovala Cu, pri ktorej na väčšine variantov nedošlo k zvýšeniu jej odberu po hnojení pšenice. Z uvedeného vyplýva, že najnižšie odbery príslušných živín (okrem medi) boli zistené na nehnojených variantoch.

Najvyšší odber zinku (3,9 mg.nádob⁻¹) bol zaznamenaný na variante hnojenom hnojivom DASA + 3 % lignitu.

Vplyv pridaného lignitu k hnojivám na odber Zn je vidieť z tabuľky 7. Pri hnojivách DASA a MAGNISUL pridaný lignit pri oboch koncentráciách progresívne zvyšoval odber Zn, t. j. 3 % koncentrácia bola účinnejšia. Najväčší účinok bol zaznamenaný pri hnojive DASA + 3 % lignitu, po aplikácii ktorého došlo k zvýšeniu odberu Zn o 21,9 % v porovnaní s hnojivom DASA bez lignitu. Pri hnojive DASAMAG pridanie lignitu v 1 % koncentrácii zvyšovalo odber Zn o 2,9 % v porovnaní s „čistým“ hnojivom, a 3 % prídavok pôsobil na odber Zn negatívne, znižoval ho o 8,6 %. Aj pri železe hnojenie zvyšovalo jeho odber 1,5 – 1,8-násobne v porovnaní s nehnojenou kontrolou, pričom najvyšší odber (6,5 mg.nádob⁻¹) bol na variante hnojenom hnojivom DASAMAG + 1 % lignitu. Pridanie lignitu k jednotlivým hnojivám zvyšovalo odber Fe vo všetkých prípadoch a oboch koncentráciách pridávaného lignitu. Najväčší efekt bol zistený pri hnojive DASA, pri ktorom pridanie 3 % lignitu zvýšilo odber Fe nadzemnou hmotou pšenice o 21,2 %. Zo štatistického hľadiska rozdiely medzi dávkami pridávaného lignitu (1 vs 3 %) neboli významné (tab. 7).

Aplikácia hnojív zvyšovala tiež odber mangánu, a to približne 1,5 až 1,7-násobne v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Najvyšší odber Mn (3,0 mg.nádoba⁻¹) bol zistený na variante hnojenom hnojivom MAGNISUL + 3 % lignitu. Prídavanie lignitu k jednotlivým hnojivám bolo podobne ako pri Fe účinné vo všetkých prípadoch a odber Mn zvyšovalo o 3,8 až 20,8 % v porovnaní s „čistým“ hnojivom bez lignitu (tab. 7). Pri hnojivách DASA a MAGNISUL bol účinnejší prídavok 3 % lignitu, pri hnojive DASAMAG 1 %.

Vplyv hnojenia na zvýšenie odberu medi sme zistili len na variante hnojenom hnojivom MAGNISUL, pri ktorého aplikácii s 1 % aj 3 % prídavkom lignitu sa odber Cu zvýšil o 16,7 %. K zvýšeniu odberu Cu došlo aj na variante hnojenom hnojivom DASA + 3 % lignitu, a to o 20 % v porovnaní s hnojením s DASOU bez lignitu. Pri hnojive DASAMAG prídanie lignitu nemalo vplyv na odber Cu nadzemnou hmotou pšenice (tab. 7).

Komplexné hodnotenie účinku hnojív poradovým testom

Komplexné hodnotenie vplyvu hnojenia na 23 sledovaných parametrov (tab. 8) pšenice ozimnej pestovanej v nádobovom pokuse poradovým testom ukázalo, že v komplexe všetkých sledovaných charakteristík najlepším hnojivom bolo hnojivo MAGNISUL + 3 % lignitu (162 bodov), potom hnojivo DASA + 3 % lignitu (152 bodov), hnojivo DASAMAG + 1 % lignitu (134 bodov) a hnojivo MAGNISUL + 1 % lignitu (133 bodov).

Záver

Prídanie lignitu k základnému hnojivu zvyšovalo úrodu sušiny pšenice pestovanej v nádobovom pokuse o 4,6 – 9 % (1 % lignitu) resp. o 7,1 – 20 % (3 % lignitu). Tieto hodnoty by v podmienkach presného maloparcelkového poľného pokusu mohli byť o polovicu nižšie t. j. reálne predpokladáme vplyv na úrodu vo výške 3 – 7 %. Vo vzťahu k zvyšovaniu úrody sušiny najlepšie reagovalo na prídanie lignitu hnojivo DASA a MAGNISUL, najmä pri 3 % prídavku lignitu.

Prídanie lignitu k hnojivu DASA jednoznačne zvyšovalo odber všetkých sledovaných živín úrodou suchej hmoty pšenice. Účinnejší bol prídavok 3 % lignitu, ktorý zvýšil odber makroprvkov o 17 až 29 %. Prídanie lignitu k hnojivu DASAMAG ovplyvnilo odber makroživín v ďaleko menšej miere ako pri hnojive DASA, a odber síry dokonca štatisticky významne znižovalo. Pri ostatných makroprvkoch bol vplyv nevýrazný (s výnimkou Ca a Mg), čo korešponduje aj s úrodou sušiny na variantoch hnojených týmto hnojivom. Hnojivo MAGNISUL reagovalo na prídanie lignitu podobne ako hnojivo DASA a odber všetkých makroživín zvyšovalo (o 4 až 27 %), s výnimkou odberu P, kde nastalo zníženie odberu o 3 – 7 %.

Pri všetkých troch hnojivách prídanie lignitu buď nemalo vplyv alebo (a to vo väčšine prípadov) zvyšovalo odber všetkých mikroelementov úrodou suchej hmoty pšenice. Najlepšie reagovalo hnojivo DASA, potom MAGNISUL a relatívne najhoršie DASAMAG. Z komplexného hodnotenia vplyvu hnojív na 23 sledovaných agrochemických parametrov vyplýva, že najlepšie výsledky boli dosiahnuté po aplikácii hnojiva MAGNISUL s 3 % lignitu, druhé najúspešnejšie bolo hnojivo DASA s 3 % lignitu a na treťom mieste skončilo hnojivo DASAMAG s 1 % prídanej lignitu.

Ak v týchto kritériách posudzujeme len čisté hnojivá (bez lignitu), potom najlepšie bolo hnojivo DASAMAG, 2. MAGNISUL a 3. DASA.

Literatúra

- (1) ALLIEVI, L. – MARCHESINI, A. – SALARDI, C. – PIANO, V. – FERRARI, A. *Bioresour. In Technol.*, 1993, no. 43, pp. 85–89.
- (2) ATIYEH, R. M. – SUBLER, S. – EDWARDS, C. A. – METZGER, J. *Pedobiologia*, 1999, no. 43, pp. 724–728.
- (3) BÍŽIK, J. 1989. Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom. Bratislava: VEDA, 1989, 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 ed., Blackwell Publishing, 314 pp. ISBN 978-14051-0859-1.
- (6) KOVÁČIK, P. 2009. Výživa a systémy hnojenia rastlín. Praha: Kurent s. r. o., 2009, 105 s. ISBN 978-80-87111-16-1.
- (7) KUČERÍK, J. Aplikace metody *Terrella* L- Hilla na problém partikulace lignitu. Diplomová práca: 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, no. 382, pp. 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. *Plant Soil*, 1988, no. 106, pp. 253–261.
- (11) MEČIAR, L. 2008. Možnosti ovplyvnenia množstva a kvality produkcie zrna pšenice letnej f. ozimnej. In Zborník „I. vedecké agronomické dni“, Nitra: SPU, 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, 2005, pp. 501–524.
- (15) PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š. 1986. Kvalita pšenice. Bratislava: Príroda, 1986, 189 s.
- (16) SPARKS, D. L. *Environmental Soil Chemistry*. San Diego: Academic Press, 1995.
- (17) STEVENSON, F. J. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*, Wiley, New York, 1994.
- (18) TORMA, S. 1995. The present level of fertilization and yield of cereals in Slovakia. In *Fragmenta agronomica*, vol. 12, 1995, no. 2 (46), pp. 22–23.
- (19) VANĚK, V. – LOŽEK, O. et al. 2013. Výživa poľných a záhradných plodín. Nitra: Profi Press SK, 2013, 15 s. ISBN 978-80-970572-3-7.
- (20) ZIMOLKA, J. – EDLER, S. – HRŮVNA, L. et al. 2005. Pšenice, pěstování, hodnocení a užití zrna. Praha: Profi Press, 2005, 180 s. ISBN 80-8626-09-6.

doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Katedra agrochémie a výživy rastlín,
Tr. Andreja Hlinku 2, 949 01 Nitra, tel.: 037/641 43 84,
e-mail: Pavol.Slamka@uniag.sk

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“.

Vplyv dusikato-sírnej výživy a inhibítorov nitrifikácie na úrodu a kvalitu zrna jačmeňa siateho ozimného (*Hordeum vulgare*, L.)

Effect of nitrogen-sulphur nutrition and nitrification inhibitors on the yield and quality of winter barley grain (*Hordeum vulgare*, L.)

Zuzana Rybárová, Pavol Slamka, Otto Ložek

The aim of this study was to examine the effect of split and one shot application of nitrogen-sulphur fertilizer ENSIN containing nitrification inhibitors (dicyandiamide and 1,2,4-triazole) on the grain yield and the quality parameters of winter barley grain. The study was conducted in field small-plot experiment with winter barley (variety Barcelona) on heavy brown earth with dominance of clay fraction in experimental station of the Central Testing Institute for Agriculture of Veľké Ripňany in the experimental years 2015 to 2017. The dose of nitrogen in all experimental treatments was 140 kg.ha⁻¹ and was applied at one shot (during regenerative fertilization) or split in three partial doses (during regenerative, productional and quality fertilization). Pre-seeding fertilization was not realized. Each applied fertilizer increased grain yield of winter barley statistically significantly in comparison with unfertilized control. In both experimental years one shot application of fertilizer ENSIN increased grain yield in the highest extent reaching namely increment of yield by 3.41 t.ha⁻¹, at the highest coefficient of natural effectiveness $K_{NE} = 24.4$ in vegetation period 2015/2016. In vegetation period 2016/2017 also one shot application of fertilizer ENSIN increased grain yield in the highest extent reaching namely increment of yield by 4.27 t.ha⁻¹, at the highest coefficient of natural effectiveness $K_{NE} = 30.5$. One shot application and split application of ENSIN increased content of crude protein in winter barley grain in both experimental years and other quality parameters of winter barley grain were not significantly affected by application of fertilizer ENSIN.

coefficient of natural effectiveness, crude protein, fertilization, nitrification inhibitors, yield grain

Ozimné obilniny v porovnaní s jarnými obilninami majú v súčasnej rastlinnej výrobe významné zastúpenie. Sú produkčne istejšie nakoľko majú k dispozícii dlhšiu vegetačnú dobu s vyššou istotou vlhky. Správny výber predplodiny pre jednotlivé obilné druhy ozimín je daný termínom sejbby resp. zberom ich predplodiny. Jačmeň siaty ozimný sa vyznačuje vyššou tolerantnosťou k predplodine. Možno ho pestovať po pšenici letnej ako druhú obilninu. Nakoľko sa seje skoro na jeseň, všetky predplodiny musia byť včas pozberané. Na dobré predplodiny ako sú okopaniny,

kapusta repková pravá a ďatelinoviny reaguje zvýšením úrody. Relatívne dlhému vegetačnému obdobiu ozimných obilnín zodpovedajú aj nároky na živiny a hlavne na dusík. Príjem živín v jesenných mesiacoch je nízky, vrcholí pred klasením a v období mliečnej zrelosti (21).

Dusík je najčastejším limitujúcim faktorom produkcie rastlinnej biomasy. Dusík prijatý z hnojív alebo z pôdy sa jednoznačne uplatňuje pri formovaní kvantity a kvality úrody zrna a tým výrazne zasahuje do ekonomiky pestovania jačmeňa. Určenie optimálnej dávky je pomerne zložitá vzhľadom na komplikovaný vzťah v systéme pôda – mikroorganizmy – rastliny, ako aj v závislosti od použitej odrody a priebehu poveternostných podmienok v pestovateľskej oblasti. Deficit dusíka spôsobuje pokles úrod, obmedzuje sa rast nadzemnej i podzemnej fytohmoty rastlín. Rastliny sú slabo vyvinuté, skraca sa ich vegetačné obdobie, dozrievajú skôr a zhoršuje sa nalievanie zrna a tým sa znižuje jeho hmotnosť (2, 14).

Jačmeň ozimný je v porovnaní s jačmeňom jarným a pšenicou letnou formou ozimnou menej náročný na podmienky prostredia. Má rýchly počiatkový rast a dobrú využiteľnosť živín. Má skôr sa vyvíjajúci koreňový systém v porovnaní s pšenicou a preto môžeme dosiahnuť plánovanú úrodu aj pri nižších dávkach priemyselných hnojív (4, 5). Jačmeň ozimný je plodina, ktorá za vegetačné obdobie vytvára veľké množstvo organickej hmoty. Pri hnojení je potrebné vychádzať z agrochemických rozborov pôdy a bilancie živín v pôde. Potreba živín na 1 tonu zrna a príslušného množstva slamy je: N – 24 kg, P – 5,0 kg, K – 20,0 kg (26). Ulrichová (20) zistila najintenzívnejší príjem N, P, K živín sušinou fytohmoty v rastovej fáze odnožovania (BBCH 25), kedy sa úrodou jednej tony sušiny fytohmoty odobralo z pôdy v priemere za celý pokus 29,43 kg.ha⁻¹ N, 4,48 kg.ha⁻¹ P, 37,3 kg.ha⁻¹ K, 2,43 kg.ha⁻¹ Mg, 1,8 kg.ha⁻¹ S, 0,13 kg.ha⁻¹ Fe a 0,064 kg.ha⁻¹ Zn. Barczak (1) odoberal rastlinné vzorky z jačmeňa ozimného v piatich rastových fázach od odnožovania až po voskovú zrelosť: odnožovanie, steblovanie, klasenie, nalievanie zrna a vosková zrelosť. Vo forme dusičnanu amónneho aplikoval dávky dusíka: 0, 60, 120, 180 kg.ha⁻¹. Výsledky ukázali, že obsah N, P, K, Ca, Mg a Na v nadzemnej biomase jačmeňa ozimného sa znižoval v následne idúcich fenologických fázach od odnožovania až po voskovú zrelosť. Vo všeobecnosti mal dusík pozitívny účinok na obsah sledovaných mikroelementov nadzemnej biomasy jačmeňa ozimného vo všetkých rastových fázach.

Podľa Frančákovej (9) miera pôsobenia dávky dusíka na úrodu zrna jačmeňa a zároveň na jeho technologickú hodnotu závisí od schopnosti konkrétnej odrody využiť ho v daných pôdno-klimatických podmienkach na tvorbu úrod. Čím viac sa využije na zvýšenie tvorby úrod, tým menej ovplyvňuje hladinu dusíkatých látok v zrne a tým pádom aj jeho sladovnícku hodnotu. Fecenko (7) uvádza, že vysoké dávky dusíka aplikované pri hnojení jačmeňa sa prejavujú vo zvýšenej úrode zrna s vyšším obsahom bielkovín a tým i vyššími úrodami bielkovín z jednotky plochy v spojení so zvýšeným obsahom typicky endospermových zásobných bielkovín, tzv. hordeínu a glutenínu. Pri hnojení dusíkom treba rovnako prihliadať na odrodové zvláštnosti, hlavne na dĺžku a pevnosť stebľa, náchylnosť na poľahnutie, odnožovacie schopnosti.

Dusík je prvok, ktorý ovplyvňuje úrodu a kvalitu zrna sladovníckeho jačmeňa v najväčšej miere. Dávky dusíka sa líšia podľa účelu pestovania jačmeňa, nižšie sa aplikujú pri pestovaní sladovníckych jačmeňov, vyššie pri pestova-

Tabuľka 1: Schéma variantov výživy jačmeňa siateho ozimného, odroda Barcelona

Table 1: Design of nutritional treatments of winter barley, variety 'Barcelona'

Variant výživy (1)	Hnojivo (2)	Regeneračné hnojenie I. dekáda apríla BBCH 25 (3)		Produkčné hnojenie BBCH 32 (4)		Kvalitatívne hnojenie BBCH 49-51 (5)	
		dávky živín v kg.ha ⁻¹ (6)					
		N	S	N	S	N	S
1	Kontrola (7)	-	-	-	-	-	-
2	LAD 27 delene	60	-	50	-	30	-
3	DASA 26/13 delene	60	30	50	25	30	15
4	ENSIN delene	60	30	50	25	30	15
5	LAD 27 jednorazovo	140	-	-	-	-	-
6	DASA 26/13 jednorazovo	140	70	-	-	-	-
7	ENSIN jednorazovo	140	70	-	-	-	-

(1) treatment of nutrition, (2) fertilizer, (3) regenerative fertilization, (4) productional fertilization, (5) quality fertilization, (6) dose of nutrients, (7) control

ni na krmne účely (11). Koncentrácia bielkovín závisí od prístupnosti dusíka, avšak ak sa so zvyšovanými dávkami N zvyšuje úroda zrna, potom obsah bielkovín sa zvyšuje minimálne, ak sa úroda nezvyšuje, potom sa rapídne zvyšuje koncentrácia bielkovín v zrne (3). Molina-Cano et al. (18) potvrdzujú, že okrem zvolenej odrody má na obsah NL v zrne jačmeňa vplyv taktiež aplikovaná dávka dusíka. Konečný obsah dusíka v zberanom produkte je určený dostupnosťou N v priebehu vegetačného obdobia. Vhodne zvolená dávka dusíkatého hnojiva ovplyvňuje úrodu a kvalitu sladovníckeho jačmeňa (16). Teplota, zrážky aj vlastnosti pôdy urýchľujú, alebo spomaľujú procesy akumulácie dusíka v pôde a preto formujú aj kvalitu produkcie. Yavas a Unay (23) uvádzajú, že pri poklese obsahu vody v pôdnom profile dochádza k nárastu hrubého proteínu v zrne jačmeňa. Zvyšovanie obsahu dusíka v zrne sa hodnotí pozitívne len do určitej hladiny, keďže obsah dusíka v zrne priamo súvisí s obsahom hrubého proteínu a ten je všeobecne pokladaný za najdôležitejší ukazovateľ kvality sladovníckeho jačmeňa (19). Podľa Dvořáka (6), kvalitný sladovnícky jačmeň má mať obsah NL 10,8 % a maximálne 11,5 %, vysokú energiu klíčivosti a vysoký obsah škrobu.

V závislosti od obsahu N_{an} v pôde sa dusíkatým hnojením viac alebo menej zvyšuje úroda a pri väčšej ponuke dusíka z pôdy a hnojív môže vzniknúť aj depresívny účinok na tvorbu úrody zrna. Vplyvom dusíkatého hnojenia sa obvyčajne zvyšuje obsah hrubého proteínu v zrne a často sa stáva, že sa prekračuje hranica 11 %, resp. 11,5 % NL, čo už je nežiaduce (8, 12, 22, 24).

Taktiež živiny ako fosfor a draslík ovplyvňujú úrodu, ale hlavne kvalitu sladovníckeho jačmeňa. Tieto živiny sa podieľajú na vyššej HTZ, znižovaní obsahu NL a vyššom obsahu škrobu. Dostatočná výživa draslíkom podporuje odolnosť proti poľehaniu a lepšie využívanie pôdnej vlhky (13). Harmonickou výživou aj ďalšími živinami napr. P, K, S, Mg môžeme pozitívne pôsobiť nielen na výšku úrody, ale ja na kvalitu dopestovaného jačmenného zrna (12, 15, 22, 25).

Výživu rastlín je potrebné chápať predovšetkým ako proces príjmu, ktorý zahŕňa nielen procesy translokácie živín, ale i asimilácie a utilizácie biogénnych anorganických chemických prvkov, ktoré predstavujú živiny nevyhnutné pre zabezpečenie životných pochodov rastlinného organizmu, t. j. rast, vývin a reprodukciu (17).

Cieľom predkladanej práce bolo posúdenie účinku dusíkato-sírenej výživy a inhibítorov nitrifikácie na úrodu a kvalitu zrna jačmeňa ozimného.

Materiál a metódy

Poľný dvojročný maloparcelkový pokus s jačmeňom siatym ozimným, odrody Barcelona bol založený v skúšobnej stanici ÚKSUP-u vo Veľkých Ripňanoch s metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi vo vegetačnom období 2015/2016 a vo vegetačnom období 2016/2017.

Podľa výrobných oblastí sa skúšobná stanica ÚKSUP-u vo Veľkých Ripňanoch nachádza v repnej výrobnej oblasti, repársko-jačmenného výrobného typu v západoslovenskom regióne v okrese Topoľčany (27).

V prvom pokusnom roku 2015/2016 mala pokusná lokalita v orníčnej vrstve 0,0 – 0,3 m slabo kyslú pôdnu reakciu ($pH_{KCl} = 6,54$), nízky obsah anorganického dusíka ($N_{an} = 7,6 \text{ mg.kg}^{-1}$) a mangánu ($Mn = 4,14 \text{ mg.kg}^{-1}$), stredný obsah fosforu ($P = 65 \text{ mg.kg}^{-1}$), draslíka ($K = 200,5 \text{ mg.kg}^{-1}$), vápnika ($Ca = 2900 \text{ mg.kg}^{-1}$), zinku ($Zn = 1,50 \text{ mg.kg}^{-1}$) a železa ($Fe = 8,80 \text{ mg.kg}^{-1}$), vysoký obsah horčíka ($Mg = 257,1 \text{ mg.kg}^{-1}$) a medi ($Cu = 2,99 \text{ mg.kg}^{-1}$), veľmi nízky obsah síry ($S = 2,5 \text{ mg.kg}^{-1}$). Obsah oxidovateľného uhlíka bol nízky ($C_{ox} = 1,11 \%$). V druhom pokusnom roku 2016/2017 mala pokusná lokalita v orníčnej vrstve 0,0 – 0,3 m slabo kyslú pôdnu reakciu ($pH_{KCl} = 6,84$), stredný obsah anorganického dusíka ($N_{an} = 14,8 \text{ mg.kg}^{-1}$), fosforu ($P = 72,5 \text{ mg.kg}^{-1}$), mangánu ($Mn = 14,57 \text{ mg.kg}^{-1}$) a medi ($Cu = 1,41 \text{ mg.kg}^{-1}$), dobrý obsah draslíka ($K = 207,5 \text{ mg.kg}^{-1}$), veľmi vysoký obsah horčíka ($Mg = 347,8 \text{ mg.kg}^{-1}$), nízky obsah vápnika ($Ca = 1900 \text{ mg.kg}^{-1}$), síry ($S = 1,25 \text{ mg.kg}^{-1}$) a zinku ($Zn = 0,7 \text{ mg.kg}^{-1}$), veľmi nízky obsah železa ($Fe = 3,71 \text{ mg.kg}^{-1}$). Obsah oxidovateľného uhlíka bol nízky ($C_{ox} = 1,03 \%$).

Osivo jačmeňa bolo zasiate 29. októbra 2015, resp. 9. októbra 2016. Výsevok v obidvoch pokusných rokoch činil 3,5 milióna klíčivých zŕn na hektár.

V pokuse bolo skúmaných sedem variantov hnojenia v štyroch opakovaniach. Veľkosť jednej pokusnej parcelky každého variantu bola daná rozmermi $8,9 \times 1,125 \text{ m}$, čo predstavovalo zberovú plochu 10 m^2 . Aplikácia hnojív sa uskutočnila ručne. Schéma variantov výživy jačmeňa siateho ozimného a dávky dusíka na hektár v daných rastových fázach jačmeňa sú uvedené v tabuľke 1.

V poľnom pokuse boli použité tieto dusíkaté, resp. dusíkato-sírne hnojivá: LAD 27 – liadok amónny s dolomitom, DASA 26/13 – dusičnan amónny + síran amónny, ENSIN – je rovnaké hnojivo ako hnojivo DASA 26/13, ale obsahuje inhibítory nitrifikácie dikyándiamid (DCD) a 1,2,4-triazol (TZ), ktoré sú inkorporované priamo v hnojive ENSIN ako jeho integrálna súčasť.

Prostredníctvom skúmaných hnojív bola celková dávka dusíka $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ aplikovaná jednorazovo na začiatku vegetácie jačmeňa počas regeneračného hnojenia na variantoch 5, 6 a 7 a taktiež bola celková dávka dusíka rozdelená na 3 časti ($60 + 50 + 30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a aplikovaná počas regeneračného, produkčného a kvalitatívneho hnojenia jačmeňa na variantoch 2, 3 a 4 (tab. 1).

Jačmeň siaty ozimný bol zberaný maloparcelovým kombajnom 30. júna 2016, resp. 29. júna 2017 v termíne botanickej zrelosti. Úroda zrna ozimného jačmeňa sa matematicko-štatisticky vyhodnotila analýzou rozptylu a rozdiely medzi variantmi sa posúdil LSD testom. V úrode zrna sa stanovili vybrané kvalitatívne parametre zrna jačmeňa: obsah hrubého proteínu (dusíkaté látky), podiel zrna 1. triedy, hmotnosť tisíc zŕn (HTZ) a objemová hmotnosť zrna. Z pohľadu ekonomiky hnojenia sa vypočítal koeficient prirodzenej efektívnosti (K_{NE}).

Výsledky a diskusia

Hodnotenie dosiahnutých výsledkov s jačmeňom ozimným vo vegetačnom období 2015/2016

V pestovateľskom roku 2015/2016 boli pomerne nepriaznivé poveternostné podmienky pre pestovanie ozimných obilnín. Počas jesenného obdobia v roku 2015, t. j. počas mesiacov september až december (tab. 2) bol mierny deficit zrážok $-18,22 \text{ mm}$, ako je 60-ročný normál, čo sa prejavilo nepriaznivým vzhádzaním a zakorenением jačmeňa ozimného do nastupujúcej zimy. V priebehu jarného obdobia roku 2016 v mesiacoch január až marec bol značný nadbytok zrážok až $+56,8 \text{ mm}$ oproti dlhodobému normálu. Pričom február bol mimoriadne vlhký, v ktorom nadbytok zrážok predstavoval až $+62,8 \text{ mm}$ oproti dlhodobému normálu. V rozhodujúcom období v roku 2016 v mesiacoch apríl až jún bol zrážkový deficit až $-42,4 \text{ mm}$ v porovnaní s dlhodobým normálom.

Dosiahnutá úroda zrna jačmeňa ozimného, odrody Barcelona je uvedená v tabuľke 3 a ekonomické vyhodnotenie úrod je uvedené v tabuľke 4. Z týchto hodnôt vyplýva, že delená a jednorazová aplikácia hnojív LAD 27, DASA 26/13 a ENSIN štatisticky preukazne zvýšila úrody zrna jačmeňa v porovnaní s nehnojenou kontrolou o 16 až 82,4 relatívnych %, t. j. o $0,71$ až $3,66 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Celková dávka dusíka $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ aplikovaná prostredníctvom delenej aplikácie hnojiva DASA 26/13 zvýšila úrodu zrna o $2,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, t. j. o 63,3 relatívnych % v porovnaní s nehnojenou kontrolou.

Hnojivo LAD 27, kde dusík v dávke $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ bol aplikovaný delene počas regeneračného hnojenia ($60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), produkčného hnojenia ($50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a kvalitatívneho hnojenia ($30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), najvýraznejšie zvýšil úrodu zrna oproti nehnojenej kontrole o 82,4 relatívnych %, t. j. o $3,66 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Pričom sa dosiahol najvyšší $K_{NE} = 26,1$. Najmenší prírastok úrody zrna oproti kontrole bol dosiahnutý na variante, kde celkový dusík bol aplikovaný delene počas vegetácie jačmeňa vo forme hnojiva ENSIN a prírastok predstavoval $0,71 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. K_{NE-N} bol najnižší a predstavoval $5,1 \text{ kg}$ zrna na 1 kg aplikované dusíka.

Jednorazová aplikácia hnojiva ENSIN, ktorého súčasťou sú inhibítory nitrifikácie, výrazne zvýšila úrodu zrna o $3,41 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, t. j. o 76,8 % v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Avšak delená aplikácia hnojiva ENSIN zvýšila úrodu zrna v porovnaní s nehnojenou kontrolou len o $0,71 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, t. j. o 16 relatívnych %. Celková dávka dusíka $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, ktorá bola aplikovaná delene prostredníctvom

hnojiva ENSIN vyprodukovala úrodu zrna o $2,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ nižšiu, t. j. o 34 relatívnych % menej v porovnaní s variantom, kde bola uskutočnená jednorazová aplikácia tohto hnojiva.

Dosiahnutá úroda na hnojenom variante, kde bolo hnojivo ENSIN aplikované jednorazovo v porovnaní s hnojeným variantom, kde bolo hnojivo LAD 27 aplikované delene bol rozdiel minimálny, len $0,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, pričom tento rozdiel je štatisticky nevýznamný.

Vplyv testovaných hnojív na vybrané kvalitatívne parametre zrna jačmeňa ozimného, odrody Barcelona je uvedený v tabuľke 5. Z týchto výsledkov vyplýva, že jednorazová a delená aplikácia týchto hnojív zvýšila obsah hrubého proteínu o 8 až 29 relatívnych % v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Pričom zo všetkých aplikovaných hnojív, hnojivo ENSIN prostredníctvom, ktorého celková dávka dusíka $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ bola aplikovaná delene, sa najvýraznejšie prejavilo na zvýšení obsahu hrubého proteínu o 29 relatívnych % v porovnaní s nehnojenou kontrolou a o 8 relatívnych % v porovnaní s jednorazovou aplikáciou ENSIN-u. Tento efekt je možné zdôvodniť evidentne nižšou úrodou zrna na variante hnojenom hnojivom ENSIN delene, pričom sa obsah dusíkatých látok skoncentroval do menšieho množstva zrna, čo je v súlade s poznatkami viacerých autorov (3, 9, 18). Delená aplikácia hnojív LAD 27 a DASA 26/13 zvýšila obsah hrubého proteínu o 21 relatívnych % oproti nehnojenej kontrole. Podiel zrna 1. triedy sa zvýšil len o 2 relatívne % po jednorazovej aplikácii hnojiva DASA 26/13 a o 5 relatívnych % po delenej aplikácii hnojiva LAD 27 oproti nehnojenej kontrole. Výrazný pokles podielu zrna 1. triedy o 9 % bol zistený pri jednorazovej aplikácii hnojiva LAD 27 oproti nehnojenej kontrole. Na ostatných variantoch, podiel zrna 1. triedy nebol podstatnejšie ovplyvnený oproti kontrole.

Objemová hmotnosť patrí ku klasickým parametrom akosti sladovníckeho jačmeňa, ale nie je priamym ukazovateľom technologickej kvality zrna, má však priamu väzbu na extraktívnosť sladu (10). Objemová hmotnosť zrna bola len minimálne ovplyvnená a to delenou aplikáciou hnojív DASA 26/13 a LAD 27 o 1 až 2 relatívne % a taktiež jednorazovou aplikáciou hnojív LAD 27, DASA 26/13 a ENSIN o 1 až 2 relatívne % v porovnaní s nehnojenou kontrolou. HTZ bola pozitívne ovplyvnená len delenou aplikáciou hnojiva LAD 27. Výrazný pokles HTZ o 7 relatívnych % oproti kontrole bol zistený na variante, kde sa hnojivo LAD 27 aplikovalo jednorazovo. Ostatné aplikované hnojivá výraznejšie neovplyvnili HTZ v porovnaní s kontrolou.

Hodnotenie dosiahnutých výsledkov s jačmeňom ozimným vo vegetačnom období 2016/2017

V pestovateľskom roku 2016/2017 boli pomerne nepriaznivé poveternostné podmienky pre pestovanie ozimných obilnín. Počas jesenného obdobia v roku 2016 v mesiacoch september až december bol zaznamenaný malý deficit zrážok $-10,3 \text{ mm}$ v porovnaní s dlhodobým normálom (tab. 6). Keďže aj v mesiaci august bol zaznamenaný mierny deficit zrážok $-16,8 \text{ mm}$, tak vytvorené vlhové podmienky boli nepriaznivé pre vzhádzanie a zakorenenia jačmeňa ozimného do nastupujúcej zimy. Priebehu jarného obdobia roku 2017 v mesiacoch január až marec mali porasty jačmeňa ozimného značný nedostatok zrážok, t. j. $-35,6 \text{ mm}$ oproti dlhodobému normálu. Od apríla do konca vegetácie jačmeňa, resp. do zberu nastalo výrazné obdobie sucha. V rozhodujúcich mesiacoch apríl

Tabuľka 2: Úhrn zrážok v mm vo Veľkých Ripňanoch za rok 2015/2016

Table 2: Sum of precipitation in Veľké Ripňany in year 2015/2016

Mesiac a rok (1)	Mesačný úhrn zrážok (mm) (2)	60-ročný priemer (3)	Rozdiel ± (4)
		zrážky (mm)	zrážky (mm)
August 2015	97,1	62,0	35,1
September 2015	29,2	43,0	-13,8
Október 2015	74,8	37,0	37,8
November 2015	38,9	50,0	-11,1
December 2015	15,8	47,0	-31,12
Január 2016	46,5	35,0	11,5
Február 2016	96,8	34,0	62,8
Marec 2016	13,5	31,0	-17,5
Apríl 2016	28,9	41,0	-12,1
Máj 2016	76,7	55,0	21,7
Jún 2016	18,0	70,0	-52,0
Október 2015 – jún 2016	409,9	400,0	9,9

(1) month and year, (2) monthly sum, (3) 60-year average, (4) difference to normal

Tabuľka 3: Vplyv aplikovaných hnojív na úrodu zrna jačmeňa ozimného (2015/2016)

Table 3: Effect of applied fertilizers on the grain yield of winter barley

Variant výživy (1)	Úroda zrna (t.ha ⁻¹) (2)	Vyjadrenie v relatívnych % (3)
1 – Kontrola, bez N	4,44 ^a	100
2 – LAD 27 delene	8,10 ^e	182,4
3 – DASA 26/13 delene	7,25 ^{cd}	163,3
4 – ENSIN delene	5,15 ^b	116,0
5 – LAD 27 jednorazovo	7,55 ^{de}	170,0
6 – DASA 26/13 jednorazovo	6,68 ^c	150,5
7 – ENSIN jednorazovo	7,85 ^{de}	176,8

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

α 0.05 = 0,711257, The same letters at mean values represent statistically non-significant differences.

Tabuľka 4: Ekonomické vyhodnotenie úrody zrna jačmeňa ozimného (2015/2016)

Table 4: Economical evaluation of grain yield of winter barley

Variant výživy (1)	Prírastok úrody zrna (t.ha ⁻¹) (2)	K _{NE} (3)
1 – Kontrola, bez N	-	-
2 – LAD 27 delene	3,66	26,1
3 – DASA 26/13 delene	2,81	20,1
4 – ENSIN delene	0,71	5,1
5 – LAD 27 jednorazovo	3,11	22,2
6 – DASA 26/13 jednorazovo	2,24	16,0
7 – ENSIN jednorazovo	3,41	24,4

(1) treatment of nutrition, (2) increment of grain yield, (3) coefficient of natural effectiveness

až jún bol deficit zrážok v porovnaní s dlhodobým normáлом až -64 mm. Z uvedeného vyplýva, že porasty jačmeňa ozimného na pôdach s relatívne dobrou zásobou živín a primerane hnojené sa dokázali pri deficite vody v pôde relatívne dobre vysporiadať.

Dosiahnutá úroda zrna jačmeňa ozimného, odrody Barcelona je uvedená v tabuľke 7 a ekonomické vyhodnotenie úrod je uvedené v tabuľke 8. Z týchto hodnôt vyplýva, že delená a jednorazová aplikácia hnojív LAD 27, DASA 26/13 a ENSIN štatisticky preukázala zvýšila úrody zrna jačmeňa v porovnaní s nehnojenu kontrolou o 81,9 až 93,2 relatívnych %, t. j. o 3,75 až 4,27 t.ha⁻¹.

ENSIN s inhibítormi nitrifikácie, prostredníctvom ktorého bol dusík v dávke 140 kg.ha⁻¹ aplikovaný jednorazovo počas regeneračného hnojenia, ovplyvnil najvýraznejšie úrodu zrna jačmeňa ozimného. Na tomto variante sa zvýšila úroda zrna o 4,27 t.ha⁻¹ oproti nehnojenuj kontrole, t. j. o 93,2 relatívnych %.

Celkový dusík aplikovaný delene na 3-krát (60 + 50 + 30 kg.ha⁻¹) počas vegetácie jačmeňa ozimného prostredníctvom hnojiva LAD 27 zvýšil úrodu zrna o 4,25 t.ha⁻¹, t. j. o 92,8 relatívnych % v porovnaní s nehnojenu kontrolou.

Dosiahnutá úroda na variantoch, kde bolo hnojivo LAD 27 aplikované delene počas regeneračného hnojenia, produkčného hnojenia a kvalitatívneho hnojenia v porovnaní s variantmi, kde bolo hnojivo ENSIN aplikované jednorazovo bol rozdiel zanedbateľný, iba 0,02 t.ha⁻¹, pričom tento rozdiel je štatisticky nepreukazný.

Dokonca aj jednorazová aplikácia hnojív DASA 26/13 a LAD 27 a delená aplikácia hnojiva ENSIN významne zvýšila úrody zrna jačmeňa, a to o 3,75 až o 4,12 t.ha⁻¹ oproti nehnojenuj kontrole.

Celková dávka dusíka 140 kg.ha⁻¹ aplikovaná prostredníctvom delenej aplikácie hnojiva DASA 26/13 zvýšila úrodu zrna o 4,11 t.ha⁻¹, t. j. o 89,7 relatívnych % v porovnaní s nehnojenuj kontrolou.

Efektívnosť aplikácie hnojív s inhibítormi nitrifikácie a bez inhibítorov nitrifikácie na produkciu úrody zrna jačmeňa ozimného bola vyjadrená koeficientom naturálnej efektívnosti (K_{NE}). K_{NE} vyjadruje koľko kg prírastku úrody zrna sa vyprodukuje aplikovaním 1 kg živín. Najmenší

Tabuľka 5: Vplyv aplikovaných hnojív na vybrané kvalitatívne parametre zrna jačmeňa ozimného (2015/2016)

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

Variant výživy (1)	Hrubý proteín (%) (2)	Podiel zrna 1. triedy (%) (3)	Objemová hmotnosť (g.l ⁻¹) (4)	HTZ g (5)
1 – Kontrola, bez N	9,2	89,6	673,4	58,7
2 – LAD 27 delene	11,1	93,9	689,4	60,6
3 – DASA 26/13 delene	11,1	87,6	679,0	58,8
4 – ENSIN delene	11,9	88,3	667,4	58,6
5 – LAD 27 jednorazovo	9,9	81,2	683,4	54,6
6 – DASA 26/13 jednorazovo	10,8	91,1	687,4	57,5
7 – ENSIN jednorazovo	11,0	89,7	687,4	58,0
Vyjadrenie v relatívnych % (6)				
1 – Kontrola, bez N	100	100	100	100
2 – LAD 27 delene	121	105	102	103
3 – DASA 26/13 delene	121	98	101	100
4 – ENSIN delene	129	99	99	100
5 – LAD 27 jednorazovo	108	91	101	93
6 – DASA 26/13 jednorazovo	1117	102	102	98
7 – ENSIN jednorazovo	120	100	102	99

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

Tabuľka 6: Úhrn zrážok v mm vo Veľkých Ripňanoch za rok 2016/2017

Table 6: Sum of precipitation in Veľké Ripňany in year 2016/2017

Mesiac a rok (1)	Mesačný úhrn zrážok (mm) (2)	60-ročný priemer (3)	Rozdiel ± (4)
		zrážky (mm)	zrážky (mm)
August 2016	45,2	62,0	-16,8
September 2016	42,9	43,0	-0,1
Október 2016	64,5	37,0	27,5
November 2016	47,2	50,0	-2,8
December 2016	12,1	47,0	-34,9
Január 2017	19,2	35,0	-15,8
Február 2017	22,1	34,0	-11,9
Marec 2017	23,1	31,0	-7,9
Apríl 2017	46,2	41,0	5,2
Máj 2017	36,3	55,0	-18,7
Jún 2017	19,5	70,0	-50,5
Október 2015 – jún 2016	290,2	400,0	-109,8

(1) month and year, (2) monthly sum, (3) 60-year average, (4) difference to normal

Tabuľka 7: Vplyv aplikovaných hnojív na úrodu zrna jačmeňa ozimného (2016/2017)

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

Variant výživy (1)	Úroda zrna (t.ha ⁻¹) (2)	Vyjadrenie v relatívnych % (3)
1 – Kontrola, bez N	4,58 ^a	100
2 – LAD 27 delene	8,83 ^{cd}	192,8
3 – DASA 26/13 delene	8,69 ^{bcd}	189,7
4 – ENSIN delene	8,70 ^{cd}	190,0
5 – LAD 27 jednorazovo	8,48 ^{bc}	185,2
6 – DASA 26/13 jednorazovo	8,33 ^b	181,9
7 – ENSIN jednorazovo	8,85 ^d	193,2

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

α 0.05 = 0,368584, The same letters at mean values represent statistically non-significant differences.

Tabuľka 8: Ekonomické vyhodnotenie úrody zrna jačmeňa ozimného (2016/2017)

Table 8: Economical evaluation of grain yield of winter barley

Variant výživy (1)	Prírastok úrody zrna (t.ha ⁻¹) (2)	KNE (3)
1 – Kontrola, bez N	-	-
2 – LAD 27 delene	4,25	30,4
3 – DASA 26/13 delene	4,11	29,4
4 – ENSIN delene	4,12	29,4
5 – LAD 27 jednorazovo	3,9	27,9
6 – DASA 26/13 jednorazovo	3,75	26,8
7 – ENSIN jednorazovo	4,27	30,5

(1) treatment of nutrition, (2) increment of grain yield, (3) coefficient of natural effectiveness

Tabuľka 9: Vplyv aplikovaných hnojív na vybrané kvalitatívne parametre zrna jačmeňa ozimného (2016/2017)
Table 9: Effect of applied fertilizers on the quality parameters of winter barley grain

Variant výživy (1)	Hrubý proteín (%) (2)	Podiel zrna 1. triedy (%) (3)	Objemová hmotnosť (g.l ⁻¹) (4)	HTZ (g) (5)
1 – Kontrola, bez N	10,8	75,0	700	51,4
2 – LAD 27 delene	12,0	47,6	636	50,6
3 – DASA 26/13 delene	11,6	46,7	628	51,4
4 – ENSIN delene	10,9	45,4	636	51,0
5 – LAD 27 jednorazovo	11,3	48,8	628	52,2
6 – DASA 26/13 jednorazovo	11,5	39,7	620	50,4
7 – ENSIN jednorazovo	11,5	46,3	636	52,8
Vyjadrenie v relatívnych % (6)				
1 – Kontrola, bez N	100	100	100	100
2 – LAD 27 delene	111	63	91	98
3 – DASA 26/13 delene	107	62	90	100
4 – ENSIN delene	101	61	91	99
5 – LAD 27 jednorazovo	105	65	90	102
6 – DASA 26/13 jednorazovo	106	53	89	98
7 – ENSIN jednorazovo	106	62	91	103

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

prírastok úrody zrna oproti kontrolnému variantu bol dosiahnutý na variante, kde bola uskutočnená jednorazová aplikácia hnojiva DASA 26/13 a prírastok predstavoval 3,75 t.ha⁻¹. K_{NE-N} bol najnižší a predstavoval 26,8 kg zrna na 1 kg aplikovaného dusíka.

Pri jednorazovej aplikácii hnojiva ENSIN bola zistená vyššia produkcia zrna na 1 kg hnojivového dusíka (30,5 kg.kg⁻¹), v porovnaní s delenou aplikáciou hnojiva DASA 26/13 (29,4 kg.kg⁻¹). To poukazuje na lepšiu využitelnosť dusíka z tohto hnojiva aj napriek jeho jednorazovej aplikácii počas regeneračného hnojenia, v porovnaní s hnojivom DASA 26/13, prostredníctvom ktorého bol celkový dusík 140 kg.ha⁻¹ aplikovaný delene počas regeneračného, produkčného a kvalitatívneho hnojenia.

Vplyv testovaných hnojív na vybrané kvalitatívne parametre zrna jačmeňa ozimného, odrody Barcelona je uvedený v tabuľke 9. Z týchto výsledkov vyplýva, že jednorazová a delená aplikácia týchto hnojív zvýšila obsah hrubého proteínu o 5 až 11 relatívnych % v porovnaní s nehnojeným variantom. Pričom zo všetkých aplikovaných hnojív, hnojivo LAD 27 prostredníctvom, ktorého celkový dusík v dávke 140 kg.ha⁻¹ bol aplikovaný delene v troch čiastkových dávkach, sa najvýraznejšie prejavilo na zvýšení obsahu hrubého proteínu o 11 relatívnych % v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Dosiahol sa však obsah hrubého proteínu až 12 % absolútnych, čo je pre sladovnícky jačmeň už hodnota nevyhovujúca.

Prítomnosť inhibítorov nitrifikácie v hnojive ENSIN zvýšil obsah hrubého proteínu o 1 relatívne % na variante, kde bol aplikovaný delene a o 6 relatívnych % na variante, kde bol aplikovaný jednorazovo oproti nehnojenému variantu. Jednorazová aplikácia hnojiva ENSIN spôsobila nielen najvyššiu úrodu zrna (8,85 t.ha⁻¹), pri najvyššej prírodnej efektívnosti hnojenia (K_{NE} 30,5 kg na 1 kg aplikovaného dusíka), ale sa aj vyprodukoval sladovnícky jačmeň s vyhovujúcou hodnotou obsahu hrubého proteínu 11,5 % absolútnych. Ďalej jednorazová aplikácia hnojiva ENSIN zvýšila HTZ o 3 relatívne % a hnojiva LAD 27 o 2 relatívne %. Ostatné aplikované hnojivá pozitívne neovplyvnili zvýšenie HTZ oproti kontrole. Kvalitatívne parametre ako je objemová hmotnosť zrna a podiel zrna 1. triedy

boli aplikovaním všetkých testovaných hnojív v porovnaní s nehnojeným variantom výrazne negatívne ovplyvnené značným deficitom zrások v mesiacoch máj a jún, ktorý činil až -69,2mm oproti dlhodobému normálu (tab. 6). Medzi jednotlivými hnojivami však neboli podstatnejšie rozdiely.

Záver

Z dvojročného testovania agrochemickej účinnosti priemyselných dusíkatých a dusíkato-sírných hnojív bez inhibičného účinku a s inhibičným účinkom na priebeh nitrifikácie v pôde vyplynulo, že:

- Všetky aplikované hnojivá štatisticky významne v oboch pokusných rokoch zvyšovali úrodu zrna jačmeňa oproti nehnojenému variantu avšak nie rovnakou mierou. Najvyššia úroda zrna v pestovateľskom roku 2015/2016 sa dosiahla na hnojenom variante s hnojivom LAD 27, ktoré bolo aplikované delene počas regeneračného, produkčného a kvalitatívneho hnojenia a v pestovateľskom roku 2016/2017 na variante s jednorazovou aplikáciou hnojiva ENSIN.
- Celková dávka dusíka 140 kg.ha⁻¹ aplikovaná jednorazovo počas regeneračného hnojenia prostredníctvom hnojiva ENSIN bola účinnejšia pri formovaní úrody zrna v porovnaní s jeho delenou aplikáciou pri konštantnej dávke dusíka.
- Delená aplikácia dusíka vo forme hnojív LAD 27 a DASA 26/13 bola účinnejšia pri formovaní úrody zrna v porovnaní s ich jednorazovou aplikáciou.
- Prítomnosť inhibítorov nitrifikácie v hnojive ENSIN nepôsobila retardačne na tvorbu úrody zrna jačmeňa ozimného ani na obsah hrubého proteínu.
- Pri jednorazovej aplikácii hnojiva ENSIN bola stanovená vyššia produkcia zrna na 1 kg aplikovaného dusíka v porovnaní s delenou ale aj jednorazovou aplikáciou hnojiva DASA 26/13. To poukazuje na lepšiu využitelnosť dusíka z tohto hnojiva.
- Medzi delenou aplikáciou hnojiva DASA 26/13 a jednorazovým použitím hnojiva ENSIN nebol zistený významný rozdiel v ich vplyve na sledované kvalitatívne parametre zrna jačmeňa ozimného.

Literatúra

- (1) BARCZAK, B. 2008. Content and ratios of mineral components in winter barley biomass cultivated under conditions of different nitrogen fertilization. In *Journal of Elementology*, vol. 13, 2008, no. 1, p. 291–300.
- (2) BENKO, V. 1968. *Agrochémia*. Nitra : VŠP, 1968, 623 s.
- (3) BOONCHO, S. – FUKAI, S. – HETHERINGTON, S. E. 1998. Barley yield and grain protein concentration as affected by assimilate and nitrogen availability. In *Austral. J. Agric. Res.*, vol. 49, 1998, pp. 695–706.
- (4) BREZINA, R. – MOLNÁROVÁ, J. 2011. Vplyv pestovateľských faktorov na kvalitu a kvantitu úrody zrna jačmeňa siateho ozimného. In *Naše pole*, roč. 15, 2011, č. 12, s. 23–24.
- (5) BREZINA, R. – MOLNÁROVÁ, J. – POSPIŠIL, R. 2012. Vplyv ročníka a výživy na kvalitu jačmeňa siateho ozimného. In *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax*. Piešťany : CVRV Piešťany, 2012, s. 77–80. ISBN 978-80-89417-44-5.
- (6) DVORÁK, P. 1984. Požadavky sladárského priemyslu na jakosť sladovníckeho ječmene. In *Zborník „Intenzifikácie výroby a zvyšovania jakosti jarného ječmene“*, ČSAZV, 1984, s. 93–99.
- (7) FECENKO, J. et al. 1994. Hnojenie poľnohospodárskych plodín. Nitra: VŠP, 1994, 184 s. ISBN 80-7137-162-9.
- (8) FLAŠAROVÁ, M. – ONDERKA, M. 1997. Tvorba a kompenzácie výnosových prvků u vybraných odrôd jarného ječmene. In *Rostlinná výroba*, roč. 43, 1997, s. 449–454.
- (9) FRANČÁKOVÁ, H. 1998. Aktuálne otázky pestovania sladovníckeho jačmeňa. In *Agrochémia*, roč. 2, 1998, č. 2, s. 20–23.
- (10) FRANČÁKOVÁ, H. 2003. Chemické zloženie zrna jačmeňa. In *Holková, S. et al., 2003, Jačmeň, biológia, pestovanie, využívanie*. Nitra : Agrogenofond, 2003, s. 24–29. ISBN 80-969068-2-8.
- (11) GRANT, C. A. – GAUER, L. E. – GEHL, D. T. – BAILEY, L. D. 1991. Yield response of semidwarf and conventional height barley cultivars to nitrogen fertilizer under varying moisture conditions. In *Can. J. Plant Sci.*, vol. 71, 1991, pp. 361–371.
- (12) KULÍK, D. – CANDRÁKOVÁ, E. – BAKUĽA, J. 1998. Vplyv hnojenia dusíkom na dynamiku tvorby sušiny listovej plochy, úrodu a kvalitatívne parametre zrna sladovníckeho jačmeňa jarného. In *Agrochémia*, 2 (38), 1998, č. 4, s. 11–14.
- (13) LOŽEK, O. 1997. Výživa a hnojenie rastlín. Nitra : SPU, 1997, 102 s. ISBN 80-7137-348-6.
- (14) LOŽEK, O. 2000. Racionálna výživa a hnojenie jačmeňa jarného so zreteľom na sladovnícku kvalitu zrna. In *Jačmeň – výroba a zhodnotenie: Zborník z odborného seminára so zahraničnou účasťou*, Nitra : SPU, 2000, s. 79–81.
- (15) LOŽEK, O. et al. 2002. Hodnotenie demonštračných pokusov v Kolíňanoch v roku 2002 a za roky 1998 až 2002. Záverečná správa k HZ č. 5/2002, Nitra, 2002, 101 s.
- (16) MCKENZIE, R. H. et al. 2005. In *Can. J. Plant Science*, vol. 85, 2005, no. 3, 613 p.
- (17) MICHALÍK, I. 2001. Molekulárne a energetické aspekty príjmu živín v rastlinách. Nitra: SPU, 2001, 158 s. ISBN 80-7137-836-4.
- (18) MOLINA-CANO, J. L. et al. 2001. Relationships between barley hordeins and malting quality in a mutant of cv. Triumph I. genotype by environment interaction of hordein content. In *Journal of Cereal Sciences*, vol. 34, 2001, pp. 285–294.
- (19) PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š. 1989. *Kvalita jačmeňa*. Bratislava : Príroda, 1989, 228 s. ISBN 80-07-00353-3.
- (20) ULRICHOVÁ, J. 2006. Živínový režim a úroda zrna jačmeňa ozimného k vybraným faktorom pestovateľskej sústavy. In *Vedecká konferencie doktorandov s medzinárodnou účasťou konaná pri príležitosti 60 výročia založenia FAPZ SPU v Nitre*. Nitra : SPU, 2006, s. 54–56. ISBN 80-8069-782-5.
- (21) UVÍROVÁ, V. 2015. Faktory pestovania ozimných obilnín. [online] [cit. 2018-01-15] Dostupné na internete: <http://mo.sk/faktory-pestovania-ozimnych-obilnin>
- (22) UŽÍK, M. – ŽOFAJOVÁ, A. – RÜCKSCHLOSS, L. 2008. Reakcia troch odrôd jačmeňa siateho na N hnojenie v úrode zrna a v ukazovateľoch kvality zrna. In *Agrochémia*, 1, 2008, s. 6–11.
- (23) YAVAS, I. – UNAY, A. 2006. Influence of different nitrogen levels on yield, agronomic characters and quality of malting barley. In *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 3, 2006, no. 1, pp. 51–53.
- (24) VANĚK, V. – TRÁVNIK, K. – BALÍK, J. NEMEČEK, R. 1998. Zásady racionálneho hnojenia dusíkom v Českej republike. In *Agrochémia*, 2, 1998, s. 17–20.
- (25) ZIMOLKA, J. et al. 2006. *Ječmen – formy a užitkové smery v Českej republike*. Praha, 2006, 200 s.
- (26) Metodika pestovania jačmeňa [online] [cit. 2018-01-15] Dostupné na internete: <http://www.bioochrana.sk/metodika-pestovania/jacmen/97-agrotechnika-pestovania-jacmen>
- (27) Veľké Ripňany [online] [cit. 2018-01-15] Dostupné na internete: uksup.sk/oos-velke-ripnany

*Ing. Zuzana Rybárová,
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“.



Ilustračné foto

Uplatnenie polysulfidov vo výžive trávnikov

Application of polysulphides in lawn nutrition

L'uboš Vozár, Peter Kovár, Peter Hric, Petra Verešová

The effect of the various of polysulfide preparation doses SULFERT-Humat on the growth-production parameters of the lawn consisting from Festuca rubra agg. and Festuca ovina agg. was studied. The concentrations of 1.5, 5, 10, 20, 60, 80 and 100 % were compared with non-fertilized and lawn with conventional NPK fertilization. The annual results of the SULFERT-Humat polysulphide preparation show a demonstrable effect on the growth-production indicators of the lawn from the Festuca rubra agg. and Festuca ovina agg. by using higher concentrations at 60–100%.

The yearly average of daily height gains using 80 and 100% solution exceeded the level of NPK fertilizer. Comparable values were also found in average daily weight gains where NPK fertilization was compared to a 60% Sulfert-Humat variant. In terms of stocking density lawns sprayed with 10% and 20% SULFERT-Humat were best evaluated. The problem is the burning of the crop recorded at the highest concentrations of SULFERT-Humat (80 and 100%).

lawn, growth-production indicators, polysulphides, Sulfert-Humat

Problematike síry sa na Slovensku v nedávnej minulosti nevenovala náležitá pozornosť, nakoľko priemyselné podniky produkovali významné množstvo oxidu siričitého a rastliny v prípade potreby dokážu prijať až 90 % síry prostredníctvom listov. Zmena nastala v polovici 90-tych rokov minulého storočia, keď v SR produkcia oxidu siričitého klesla o 58,6 % a zároveň sa významne znížila spotreba hospodárskych a priemyselných hnojív, ktoré obsahujú značný podiel síry (napr. síran amónny, jednoduchý superfosfát a i.) (11). Tým dochádza k postupnému znižovaniu obsahu prístupnej síry a na rastlinách sa objavujú príznaky jej deficitu.

Síra je stavebným prvkom esenciálnych aminokyselín, cysteínu a methionínu, ktoré sú nepostrádateľnou súčasťou plnohodnotných bielkovín. Je zložkou vitamínu B1 (tiamín) a vitamínu B7 (syn. vitamín H) (biotín). Ďalej je súčasťou oxido-redukčných enzýmov glutationu, koenzýmu A ako aj tvorby nitrogenázy a aktivizácie ATP-sulfurázy (15, 16, 22). Pri nedostatku nastáva pomalá syntéza bielkovín, spomaľuje sa rast, listy žltnú a odumierajú. K najnáročnejším na dostatok síry patria cibuľoviny, ale aj kapustovité a bôbovité rastliny, z nich najmä ďatelinoviny (5, 16). Trávy radíme k stredne náročným druhom (9).

Vyššie rastliny prijímajú síru ako anión SO_4^{2-} , a to koreňovou sústavou a aj vo forme oxidu siričitého koreňovou sústavou a listami. Nevylučuje sa ani príjem malého množstva síry v elementárnej forme (8), pričom potrebujú rovnaké, resp. väčšie množstvo síranov ako fosforečnanov (16). Pre výživu rastlín má význam hlavne síra organická pri 95 % podiele z celkovej síry, ktorá mineralizáciou a sul-

furikáciou v aeróbných podmienkach prechádza na síranovú formu (1, 17). Iný autor (15) oponuje a uvádza, že význam organicky viazanej síry v pôde ako možný zdroj dostupnej síry pre plodiny bol v minulosti značne preceňovaný. Odkazuje pritom na výsledky výskumu v Dánsku (3, 4), podľa ktorých je prívod síry do zásoby minerálnej síry z organickej pôdnej hmoty bezvýznamný. Aj tieto tvrdenia poukazujú na nutnosť ďalšieho výskumu výživy sírou.

V súčasnom období sa aktuálnym stáva využitie stimulačného efektu humátov vo výžive poľnohospodárskych plodín, ktorému sa venuje vo výskume, ale aj v poľnohospodárskej praxi značná pozornosť. Je známe, že humusové látky priaznivo ovplyvňujú fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy, vodný a vzdušný režim, puľrováciu schopnosť pôdy, viazanie živín do prístupných foriem a mikrobiologickú činnosť pôd. Humáty majú stimulačné, adsorpčné a ochranné vlastnosti, a preto je výhodné aplikovať ich spolu s výživou a ochranou rastlín (14).

Trávníkmi je síra prijímaná približne v rovnakom množstve ako fosfor. Je súčasťou mnohých hnojív (síraný a obalované hnojivá), ale i napriek tomu sa môže vyskytnúť jej deficit, ktorý sa prejavuje podobne ako nedostatok N. Problém výživy trávnikov sírou spočíva v tom, že v utuženej pôde (anaeróbne prostredie) sa podieľa na vytváraní tzv. blacklayer, čo je čierno sfarbená vrstva pôdy (najčastejšie 40 – 60 mm pod povrchom) s vysokým obsahom FeS (toxické pre rast koreňov) (13). Alternatívou k eliminácii tohto problému sa javí foliárna aplikácia. V nadväznosti na uvedené bola cieľom experimentu analýza vplyvu polysulfidového hnojiva SULFERT-Humat na rastovo-produkčné ukazovatele trávnikov.

Materiál a metódy

Experiment sa realizuje v poľných podmienkach Demonštračnej a výskumnej bázy Katedry trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín FAPZ SPU v Nitre.

Územie je charakteristické teplou nížinnou klímou s dlhým až veľmi dlhým, teplým a suchým letom a krátkym, mierne teplou, suchou až veľmi suchou zimou s krátkym trvaním snehovej prikrývky (30 – 40 dní). Priemerná ročná teplota vzduchu je 9,7 °C, dlhodobý priemer ročného úhrnu zrážok je 561 mm (21).

Nadmorská výška sa pohybuje okolo 160 m n. m. Prevládajú severozápadné vetry, ďalšími častými vetrami sú východné, severovýchodné a západné smery vetrov.

Priebeh zrážkovej činnosti v sledovanom období uvádzame na obrázku 1.

Pôdnym typom je ílovito-hlinitá fluvizem. Hrúbka humusového horizontu je hlboká (0,24 – 0,30 m) až stredne hlboká (0,18 – 0,24 m). Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa dokumentuje tabuľka 1.

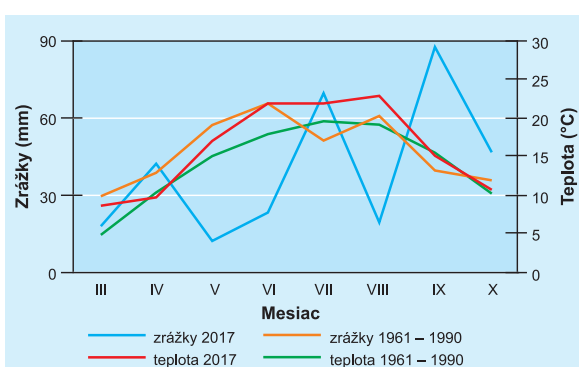
Pokus je realizovaný na dlhoročnom extenzívne využívanom trávniku zloženom z odrôd kostravy červenej (*Festuca rubra* agg.) a kostravy ovčej (*Festuca ovina* agg.) od roku 2017, z ktorého sú uvedené aj výsledky v príspevku. Pokus je riešený metódou dlhých pásov. Veľkosť každého variantu je 4 m².

V pokuse sa sleduje nasledovných 9 variantov:

- **Kontrola** (V1) – bez hnojenia [v texte „0“].
- s klasickým NPK hnojením (V2) – LAD (N) + Amofos (P) + 60 % draselná soľ (K) [v texte „NPK“].
- **SULFERT-Humat** (V3) – Amofos (P) + aplikácia 1,5 % roztoku SULFERT-Humátu 4× za vegetačné obdobie [v texte „SH 1,5 %“].

Obrázok 1 Walterov klimadiagram – rok 2017 (2; upravené)

Figure 1 Walters climadiagram – year 2017 (2; orderly)



- **SULFERT-Humát (V4)** – Amofos (P) + aplikácia 5 % roztoku SULFERT-Humátu 4x za vegetačné obdobie [v texte „SH 5 %“].
- **SULFERT-Humát (V5)** – Amofos (P) + aplikácia 10 % roztoku SULFERT-Humátu 4x za vegetačné obdobie [v texte „SH 10 %“].
- **SULFERT-Humát (V6)** – Amofos (P) + aplikácia 20 % roztoku SULFERT-Humátu 4x za vegetačné obdobie [v texte „SH 20 %“].
- **SULFERT-Humát (V7)** – Amofos (P) + aplikácia 60 % roztoku SULFERT-Humátu 4x za vegetačné obdobie [v texte „SH 60 %“].
- **SULFERT-Humát (V8)** – Amofos (P) + aplikácia 80 % roztoku SULFERT-Humátu 4x za vegetačné obdobie [v texte „SH 80 %“].
- **SULFERT-Humát (V9)** – Amofos (P) + aplikácia 100 % roztoku SULFERT-Humátu 4x za vegetačné obdobie [v texte „SH 100 %“].

Charakteristika použitých hnojív

LaD – Liadok amónny s dolomitom (LAD) je sivobiely granulát dusičnanu amónneho s jemne mletým dolomitom, ktorého prítomnosť znižuje prirodzenú kyslosť hnojiva. Obsahuje 27 % dusíka. Hnojivo je povrchovo upravené proti spekaniu. Vápnik aj horčík sa nachádzajú vo forme uhličitanov nerozpustných vo vode. Pomer obsahu dusičnanového a amoniakálneho dusíka je 1 : 1.

Amofos je šedobiele granulované organominerálne hnojivo s 12 % obsahom N a 52 % obsahom P₂O₅. Podstatnou zložkou je fosforečnan amónny, ktorý sa získava z apatitového koncentráta neutralizáciou kyseliny fosforečnej amoniakom. Dodávajú sa rôzne druhy s kolísajúcim obsahom dusíka a fosforu. Z celkového obsahu fosforu je min. 40 % vodorozpustného P₂O₅.

Draselná soľ je v podstate technická soľ KCl s obsahom 60 % K₂O. Celkový obsah chlóru sa pohybuje okolo 48 %, neobsahuje žiadne sprievodné soli. Hnojivo je dodávané v kryštalickej, granulovanej alebo práškovej forme.

SULFERT-Humát (5-0-10 + 12S + 0,9 % Humát) (Obrázok 2) je čierna kvapalina s nepríjemným sírnym zápachom, ktorý sa zvlášť stupňuje pri interakcii so vzduchom. Ide o vysoko koncentrovaný vodný roztok močoviny s polysulfidom a tiosíranom draselným a s humátom draselným. Roztoková forma živín a neobmedzená rozpustnosť v mäkkej vode umožňuje jednoduchú a efektívnu aplikáciu s vysokým stupňom využitia živín. Hnojivo je predurčené

Tabuľka 1: Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa

Table 1: Agrochemical properties of the soil on the experimental site

pH/KCl	mg.kg ⁻¹						C _{ox} (g.kg ⁻¹)
	N	P	K	Mg	Ca	Na	
7,09	2282	54	350	680	4900	40	20,82

Obrázok 2: Sulfert-Humát
Figure 2: Sulfert-Humát



na rýchle doplnenie dusíka, draslíka a síry do pôdy, alebo na list. Prítomné draselné soli humínových kyselín sú zdrojom uhlíka, ako základného biogénneho stavebného prvku. Draselné soli humínových kyselín v hnojive SULFERT-Humát tiež znižujú kyslosť pôdy a potláčajú činnosť pôdnych patogénov. Aj nízke dávky humátov zintenzívňujú prijímanie živín rastlinami predovšetkým dusíka, fosforu a mikroprvkov (Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo). Zabezpečuje efektívnu výživu v čase najvyššej spotreby rastlinou, pozitívne ovplyvňujú zdravotný stav a kvalitu pestovaných plodín. Špecifiká chemického zloženia vytvárajú priestor pre sekundárne účinky v smere ochrany rastlín (19).

Pokus bol realizovaný v závlahových podmienkach. Zavlažovanie sa realizovalo podľa potreby a podľa poveternostných podmienok jednorazovou dávkou v intenzite približne 10 mm v nasledovných termínoch (tabuľka 2).

Dusík na variante 2 sa aplikoval v množstve 180 kg.ha⁻¹. Celoročná dávka N sa delila na 6 rovnakých dielov. Fosforom v dávke 30 kg.ha⁻¹ sa hnojilo jednorazovo na jar po zazelenaní porastov. Draselná výživa sa použila rovnako na jar po zazelenaní porastov v množstve 80 kg.ha⁻¹. **SULFERT-Humát** sa aplikoval ručným postrekovačom v dvojmesačnom intervale v množstve 500 ml postrekovej kvapaliny na variant v príslušnej koncentrácii (1,5 %, 5 %, 10 %, 20 %, 60 %, 80 % a 100 %). Konkrétne dátumy hnojenia uvádzame v tabuľke 3.

Porasty boli kosené na výšku 50 mm pri dosiahnutí priemernej výšky približne 80 mm. Pred kosbou bola zisťovaná výška (v každom opakovaní sa urobilo 10 meraní). Priemerný denný prírastok výšky (PDPv) (mm.deň⁻¹) sme vypočítali podľa nasledovného vzťahu:

Tabuľka 2 Termíny zavlažovania porastov v roku 2017

Table 2: Terms of irrigation in 2017

Poradie (1)	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Dátum (2)	30.3.	18.5.	23.5.	2.6.	6.6.	9.6.	13.6.	19.6.	26.6.	28.6.
Poradie	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
Dátum	3.7.	18.7.	24.7.	2.8.	4.8.	11.8.	16.8.	24.8.	28.8.	30.8.

(1) order, (2) date

Tabuľka 3 Konkrétne dátumy hnojenia a aplikácie polysulfidového prípravku (rok 2017)

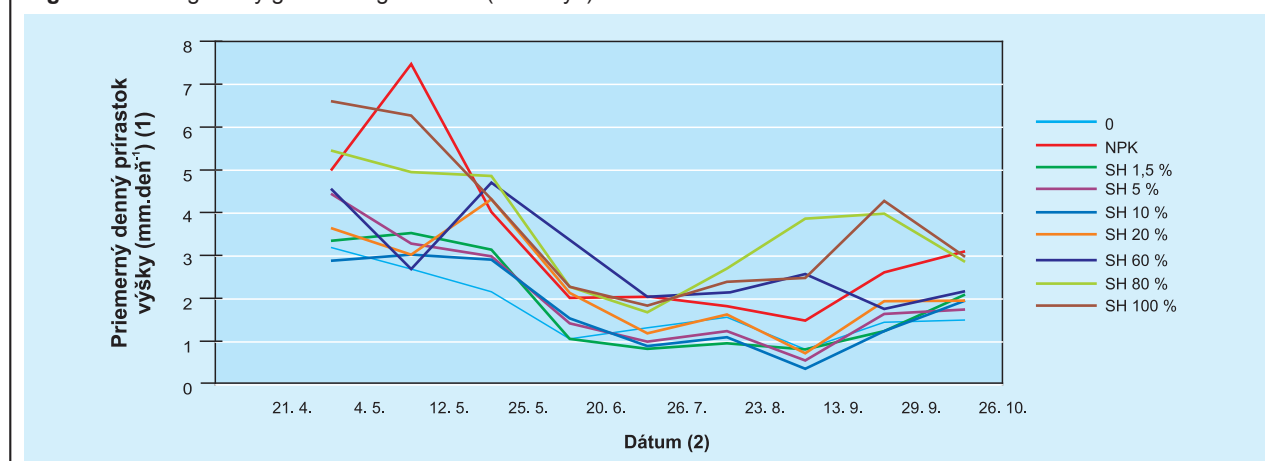
Table 3: Specific dates of fertilization and application of polysulfide preparation (year 2017)

Variant	Termín aplikácie (1)											
	21.3.			31.3.	27.4.	25.5.	30.5.	27.6.	27.7.	1.8.	28.8.	29.9.
	N (LAD) g/var.	P (Amofos) g/var.	K (60 % K ₂ O) g/var.	S-Hum.	N (LAD) g/var.	N (LAD) g/var.	S-Hum.	N (LAD) g/var.	N (LAD) g/var.	S-Hum.	N (LAD) g/var.	S-Hum.
1												
2	39,87	61,68	64,26		39,87	39,87		39,87	39,87		39,87	
3		61,68		1,5 %			1,5 %			1,5 %		1,5 %
4		61,68		5 %			5 %			5 %		5 %
5		61,68		10 %			10 %			10 %		10 %
6		61,68		20 %			20 %			20 %		20 %
7		61,68		60 %			60 %			60 %		60 %
8		61,68		80 %			80 %			80 %		80 %
9		61,68		100 %			100 %			100 %		100 %

(1) terms of application, var. – variant, S-Hum. – Sulfert-Humát

Obrázok 3: Priemerný denný prírastok výšky v kosbách (mm.deň⁻¹)

Figure 3: Average daily gain of height in cuts (mm.day⁻¹)



(1) average daily gain of height (mm.day⁻¹), (2) date

$$PDP_v = \frac{\varnothing \text{ výška v kosbe (mm) - 50 mm}}{\text{počet dní dorastania}}$$

Vzorky na zisťovanie produkcie sušiny sa odoberali pomocou akumuláčnych nožníc z plochy 100 × 1 000 mm a štandardne sa sušili pri teplote 105 °C. Následným vážením sa zistila hmotnosť sušiny. Priemerný denný prírastok hmotnosti (PDP_{Phm}) (g.m⁻².deň⁻¹) sme vypočítali podľa nasledovného vzťahu:

$$PDP_{Phm} = \frac{\varnothing \text{ produkcia v kosbe (g.m}^{-2}\text{)}}{\text{počet dní dorastania}}$$

Index zahusťovania trávnik (TLI) (g.m⁻².mm⁻¹) (12) sme vypočítali podľa vzťahu:

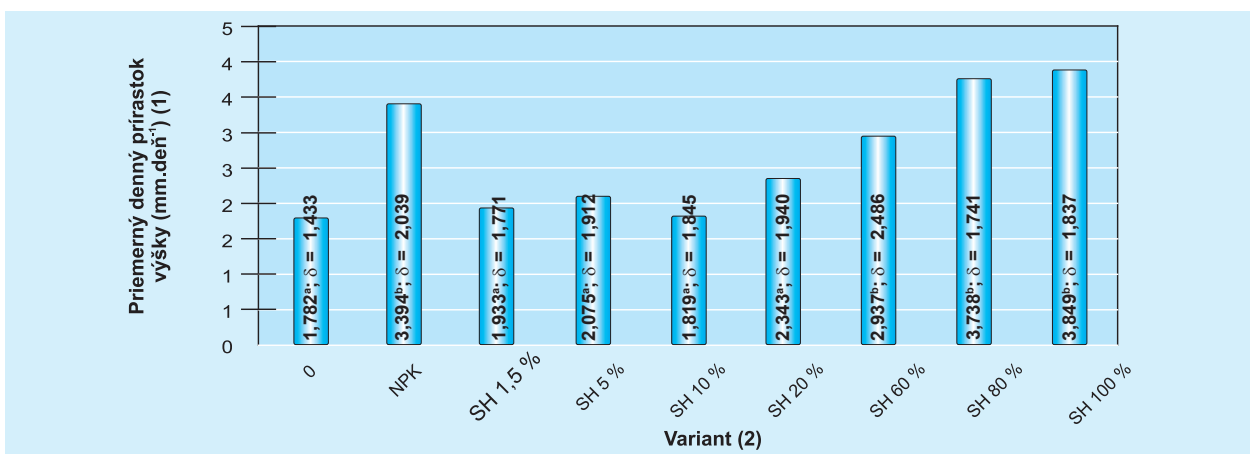
$$TLI = \frac{PDP_{Phm}}{PDP_v}$$

Výsledky boli spracované v programe MS Excel a STATISTICA (jednofaktorová analýza rozptylu s následným testovaním podľa Fischera – LSD test pri 95 % hladine významnosti) (20).

Výsledky a diskusia

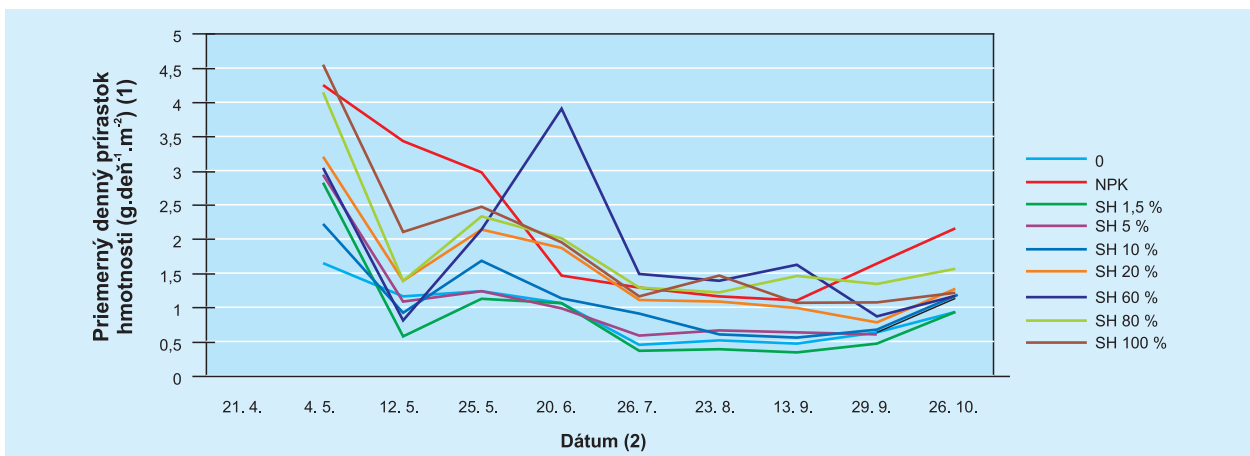
Aplikácia síry priniesla už v minulosti pozitívny efekt na „putting green“ založený z druhov rodu *Agrostis* L. (psinček) (6). Pribeh tvorby fytomasy a reakciu na hnojenie trávnik z odrôd kostravy červenej (*Festuca rubra* agg.) a kostravy ovčej (*Festuca ovina* agg.) prípravkom SUL-

Obrázok 4: Priemerný denný prírastok výšky v kosbách (mm.deň⁻¹) – celoročný priemer
Figure 4: Average daily gain of height in cuts (mm.day⁻¹) – year round average



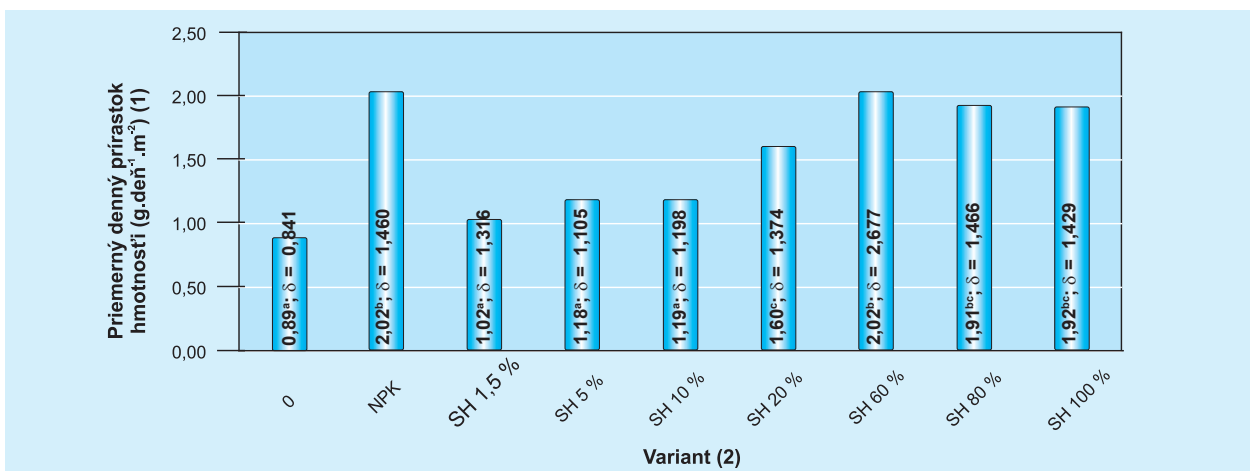
(1) average daily gain of height (mm/day), (2) variant, δ – smerodajná odchýlka (standard deviation)
 Different index indicates statistically significant differences within column (Fisher test, α = 0.05)

Obrázok 5: Priemerný denný prírastok hmotnosti v kosbách (g.deň⁻¹.m⁻²)
Figure 5: Average daily gain of weight in cuts (g.day⁻¹.m⁻²)



(1) average daily gain of weight (g.day⁻¹.m⁻²), (2) date

Obrázok 6: Priemerný denný prírastok hmotnosti v kosbách (g.deň⁻¹.m⁻²) – celoročný priemer
Figure 6: Average daily gain of weight in cuts (g.day⁻¹.m⁻²) – year round average



(1) average daily gain of height (g.day⁻¹.m⁻²), (2) variant, δ – smerodajná odchýlka (standard deviation)
 Different index indicates statistically significant differences within column (Fisher test, α = 0.05)

Tabuľka 4 Zaznamenaná plocha popálenia porastu (%)

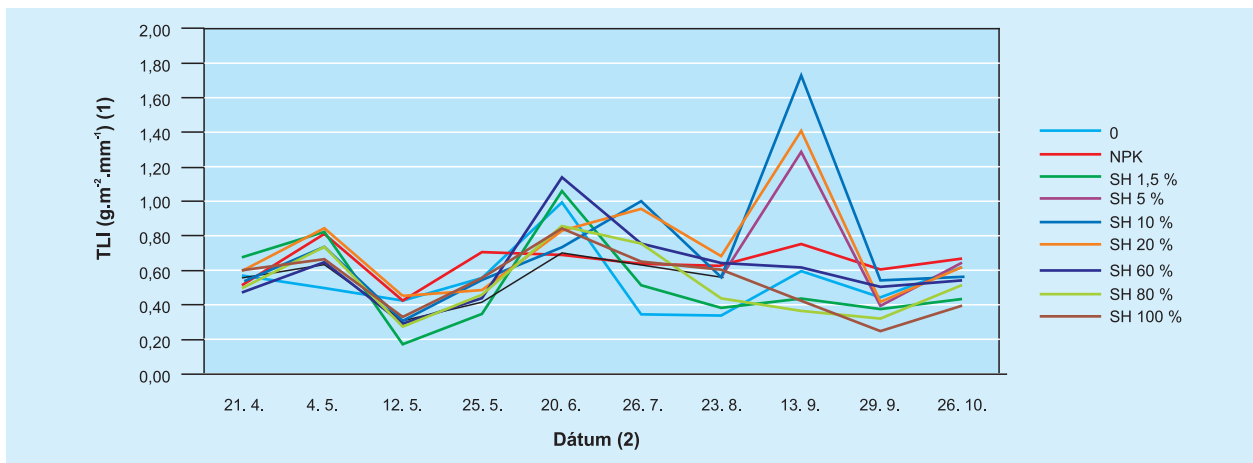
Table 4: Recorded of burn area (%)

Variant	Kosba (1)					
	5. (20. 6.)	6. (26. 7.)	7. (23. 8.)	8. (13. 9.)	9. (29. 9.)	10. (26. 10.)
SH 80 %	20	20	20	20	8	10
SH 100 %	30	25	25	25	20	20

(1) cut

Obrázok 7: Index zahusťovania (TLI) ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$)

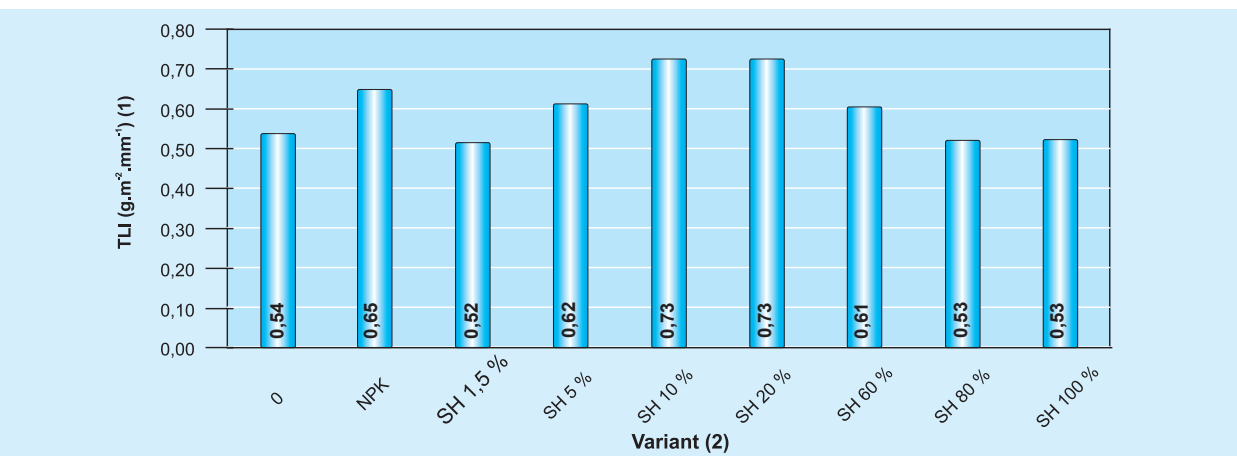
Figure 7: Thickening lawn index (TLI) ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$)



(1) thickening lawn index (TLI), (2) date

Obrázok 8: Index zahusťovania (TLI) ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$) – celoročný priemer

Figure 8: Thickening lawn index (TLI) ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$) – year round average



(1) thickening lawn index (TLI), (2) variant

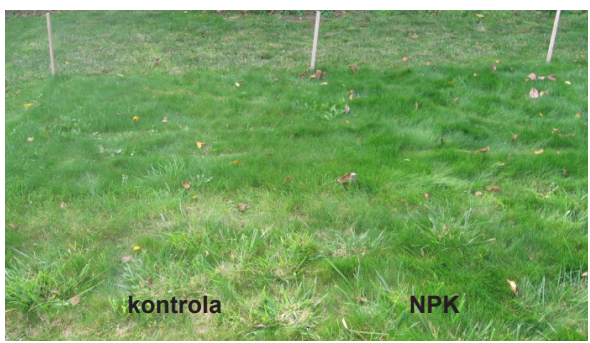
FERT-Humát dokumentuje obrázok 3. Na začiatku sezóny môžeme podľa Klasifikátora pre čeľaď *Poaceae* L. (20) pozorovať relatívne vysokú intenzitu narastania porastu do výšky na všetkých sledovaných variantoch. Najsilnejšiu reakciu sme zaznamenali na trávniku s aplikáciou 100 %, neriedeného SULFERT-Humátu, resp. aj pri 80 % koncentrácii. Dokonca hodnoty boli vyššie ako pri štandardnej aplikácii NPK. V nasledujúcej kosbe sme pozorovali všeobecne mierny pokles intenzity narastania trávniku do výšky. Výnimkou bol variant hnojený NPK, ktorý naopak rástol podstatne rýchlejšie v porovnaní s 1. kosbou (približne o 33 %). V tretej kosbe pokračoval všeobecný pokles hodnôt priemerných denných prírastkov výšky,

okrem variantov SH 60 % a SH 20 %. Po tomto období rôznej reakcie na aplikovaný prípravok intenzita narastania do výšky klesala až do konca júla. Tento pokles môžeme spojiť so všeobecne známym javom, tzv. letnou depresiou, ktorý je spojený s klimatickými podmienkami Slovenska (10). Od tohto obdobia sme zaznamenali relatívne rovnomernú intenzitu narastania porastov do výšky na väčšine variantov. Mierne sa odlišovali varianty s aplikáciou najvyšších koncentrácií prípravku SULFERT-Humát (SH 80 % a SH 100 %), kde sme zistili takmer dvojnásobne vyššiu rýchlosť narastania do výšky.

V porovnaní celoročných priemerných denných prírastkov výšky (Obr. 4) mali preukazne najvyššiu intenzitu rastu

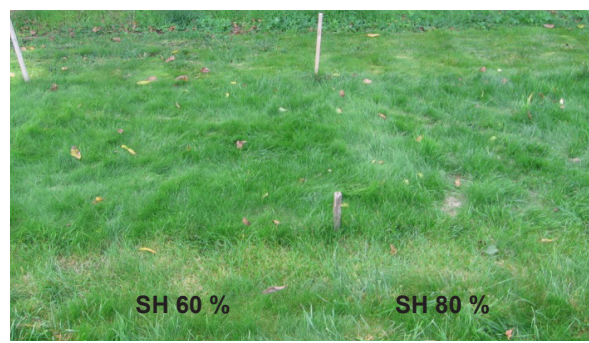
Obrázok 9: Varianty „kontrola“ a „NPK“ pred poslednou kosbou

Figure 9: Variants “non-fertilized” and “NPK” before last cut



Obrázok 10: Varianty „SH 60 %“ a „SH 80 %“ pred poslednou kosbou

Figure 10: Variants “SH 60%” and “SH 80%” before last cut



do výšky varianty SH 80 %, SH 100 % a NPK. Priemerným denným prírastkom výšky sa im približoval aj variant, kde sa použila 60 % koncentrácia SULFERT-Humátu. Nižšie koncentrácie aplikovaného prípravku zvyšovali intenzitu narastania do výšky len mierne, v porovnaní s kontrolným variantom nepreukazne.

Dynamika priemerných denných prírastkov hmotnosti (Obr. 5) síce potvrdila všeobecné tendencie zistené pri hodnotení intenzity rastu do výšky, ale pri podrobnejšej analýze jednotlivých variantov sme zistili odlišný vývoj. V tomto smere je potrebné upozorniť predovšetkým na porasty hnojené NPK a 60 % SULFERT-Humátom. Pokiaľ sme pri výške zistili na variante NPK v 3. kosbe prudké zvýšenie, pri intenzite tvorby fytomasy sme zistili naopak relatívne rýchly pokles. Ten pokračoval až do začiatku jesene (13. 9.). Trávnik SH 60 % je zaujímavý najmä výrazným zvýšením priemerných denných prírastkov hmotnosti na začiatku leta (20.6.). Tie následne klesli, avšak až po 8. kosbu sa radil k najproduktívnejším. V tejto súvislosti je nutné spomenúť, že výsledky z variantov SH 80 % a SH 100 % boli čiastočne ovplyvnené miernym popálením rastlín (tab. 4) spôsobeným pravdepodobne vysokou koncentráciou postrekovej kvapaliny.

Vyhodnotením celoročných priemerov denných prírastkov hmotnosti (Obr. 6) sme zistili, že preukazne najrýchlejšie dorastali trávniky s aplikáciou NPK a 60 % SULFERT-Humátu (2,02 g.deň⁻¹.m⁻²). Z pohľadu trávnikárstva je dôležitá aj rovnomernosť narastania (7), v čom lepšie hodnotíme hnojenie NPK, kde variabilita prírastkov hmotnosti vyjadrená smerodajnou odchýlkou bola nižšia ($\delta = 1,460$) na rozdiel od variantu SH 60 % ($\delta = 2,667$). Upozorniť by sme chceli aj na porast, kde sa použila „iba“ 20 % koncentrácia SULFERT-Humátu, ale produkčne boli výsledky len nepreukazne nižšie od variantov, kde sa aplikovali najvyššie dávky.

Systém výživy a hnojenia trávnikov musí spĺňať požiadavky na rýchlu regeneráciu mačiny po skosení a ďalej rovnomerný nárast nadzemnej časti mačiny a jeho hustoty v priebehu vegetácie (7). V tomto kontexte je významným ukazovateľom kvality trávniku hustota porastu. Tá je daná počtom listov, resp. odnoží na jednotku plochy. Z praktického hľadiska a vzhľadom na náročnosť zisťovania ju môžeme hodnotiť pomocou vzájomného pomeru priemerného denného prírastku hmotnosti nadzemnej fytomasy a priemerného denného prírastku výšky porastu, tzv. indexu zahusťovania trávniku – TLI), ktorý vyjadruje množstvo hmoty (g) na jednotku plochy (m²) v prepočte na jednotku výšky porastu (mm) (12).

Dynamiku hustoty porastu vyjadrenú indexom TLI prezentuje obrázok 7. Výsledky ukazujú výrazne nerovnomernú hustotu porastov medzi kosbami, avšak tendencie zmien indexu TLI jednotlivých variantov sú podobné. Iba v ôsmej kosbe sa vymykala z tohto rámca skupina trávnikov hnojených nižšími dávkami SULFERT-Humátu (SH 10 %, SH 20 % a SH 5 %), ktoré boli približne 2× hustejšie. Prejavilo sa to aj na priemernej celoročnej hodnote hustoty, kedy najvyšší index TLI bol zaznamenaný na variantoch SH 10 % a SH 20 % (0,73 g.m⁻².mm⁻¹).

Záver

Z analýzy ročných výsledkov aplikácie polysulfidového prípravku SULFERT-Humát rezultuje preukazný vplyv na rastovo-produkčné ukazovatele trávniku z odrôd kostravy červenej (*Festuca rubra* agg.) a kostravy ovčej (*Festuca ovina* agg.) pri použití vyšších koncentrácií na úrovni 60 – 100 %.

Celoročný priemer denných prírastkov výšky použitím 80 a 100 % roztoku presiahol aj úroveň porastu hnojeného NPK. Porovnateľné hodnoty boli zistené aj v priemerných denných prírastkoch hmotnosti, kde sa hnojeniu NPK vyrovnal variant s aplikáciou 60 % SULFERT-Humátu. Z hľadiska hustoty porastu boli najlepšie hodnotené trávniky striekané 10 a 20 % roztokom SULFERT-Humátu.

Problémom je možné popálenie porastu zaznamenané pri najvyšších koncentráciách prípravku SULFERT-Humát (80 a 100 %).

Literatúra

- (1) ANDERSON, G. – LEFROY, R. – CHINOM, N. – BLAIR, G. 1992. Soil Sulphur Testing. In Sulphur in Agriculture, vol. 6, 1992, pp. 6–14
- (2) Bulletin Meteorológia a Klimatológia (dostupné na: www.shmu.sk/sk/?page=1613 [cit. 2018-01-25])
- (3) ERIKSEN, J. – MORTENSEN, J. V. – NIELSEN, J. D. – NIELSEN, N. E. 1995. Sulphur mineralization in five Danish soils as measured by plant uptake in a pot experiment. In Agric. Ecosyst. Envir., vol. 56, 1995, no. 1, pp. 43–51.
- (4) ERIKSEN, J. – MURPHY, M. D. – SCHNUG, E. 1998. The soil sulphur cycle. In Sulphur in Agroecosystems (ed. E. Schnug). Dordrecht, Boston, London : Kluwer Academic Publishers, 1998, pp. 39–73.
- (5) FECENKO, J. 2002. Význam síry pre výživu rastlín a jej potreba na hnojenie plodín pestovaných v SR. In Agrochémia, vol. VI. (42.), 2002, s. 13–15.
- (6) GOSS, R.L. – BRAUN, S.E. – ORTON, S.P. 1979. Uptake of sulfur by bentgrass putting green turf. In Agron. J., vol. 71, 1979, pp. 909–913.

- (7) HRABĚ, F. – CAGAŠ, B. – ČERNOCH, V. – DEKAŘ, J. – GRÉZL, V. – HEJDUK, S. – CHYTKA, T. – KNOT, P. – KUŤKOVÁ, T. – MÜLLER-BECK, K. – NAŠINEC, I. – POSPÍCHALOVÁ, H. – SKLÁDANKA, J. – STRAKA, J. – STRAKOVÁ, M. – ŠEVČÍKOVÁ, M. – VIKTORÍN, J. – VORLÍČEK, Z. – ZEMKOVÁ, L. – ZÍTKO, J. 2009. Trávníky pro záhradu, krajinu a sport. Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Baštan, 2009, 335 s. ISBN 978-80-87091-07-4.
- (8) IVANIČ, J. – HAVELKA, B. – KNOP, K. 1984. Výživa rastlín a hnojenie. 2. vyd. preprac., Bratislava : Príroda, 1984, 482 s.
- (9) JEDLOVSKÁ, L. – FESZTEROVÁ, M. 2003. Dynamika zmien vybraných frakcií síry v rôznych pôdnych typoch [online] http://www.slpk.sk/eldo/ax_10/sekcia1/05.pdf#0,%22name%22:%22XYZ%22,-5,842,null [cit. 2018-01-30]
- (10) KOSTREJ, A. – DANKO, J. – JUREKOVÁ, Z. – ZIMA, M. – GÁBORČÍK, N. – VIDOVIČ, J. 1998. Ekofyziológia produkčného procesu porastu a plodín. Nitra : SPU, 1998, 187 s. ISBN 80-7137-528-4.
- (11) KOVÁČIK, P. 2014. Princípy a spôsoby výživy rastlín. Nitra : SPU, 2014, 278 s. ISBN 978-80-552-1193-0.
- (12) KOVÁR, P. – VOZÁR, Ľ. – JANČOVIČ, J. 2012. The turfs quality of selected slovak varieties of the genus festuca under the conditions without irrigation. In Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, vol. 60, 2012, no. 6, pp. 181–187. ISSN 1211-8516.
- (13) KOVÁR, P. – VOZÁR, Ľ. 2015. Špeciálne trávníkárstvo. 1. vyd., Nitra : SPU, 2015, 136 s. ISBN 978-80-552-1357-6.
- (14) LOŽEK, O. – SLAMKA, P. – DUCSAY, L. 2001. Utilization of Sodium Humate in Winter Wheat Nutrition. In Humic Substances in Ecosystems, 2001, no. 4, pp.85–90.
- (15) MATULA, J. 2007. Výživa a hnojenie sírou. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 39 s. ISBN 978-80-87011-15-7.
- (16) POLÁČEK, Š. – KULICH, J. – TOMÁŠ, J. – VOLLMANOVÁ, A. 2009. Anorganická chémia. Nitra : SPU, 2009, 513 s. ISBN 978-80-552-0282-2.
- (17) RICHTER, R. – HRIVNA, L. 1999. Síra a jej pôsobenie na výnos semene a obsah oleje u ozimé repky. In Agrochémia, III. (39), 1999, s. 7–10.
- (18) StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com
- (19) SULFERT-Humát [online] https://www.vucht.sk/userfiles/products/sulfert_humit.pdf [cit. 2018-01-30]
- (20) ŠEVČÍKOVÁ, H. – ŠRÁMEK, P. – FABEROVÁ, I. 2002. Klasifikátor – Trávy. Zubří : OSEVA PRO, 2002, s. 34.
- (21) ŠPÁNIK, F. – ŠIŠKA, B. – REPA, Š. 1996. Agroklimatická charakteristika roku 1995 v Nitre č. 5, Nitra : VŠP, 1996, 44 s. ISBN 80-7137-313-3.
- (22) TOMÁŠ, J. 1998. Aktuálnosť hnojenia sírou. In Agrochémia, II. (38), 1998, s. 22–24.

doc. Ing. Ľuboš Vozár, PhD.,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Katedra trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín,
Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika,
e-mail: Lubos.Vozar@uniag.sk

Podakovanie

Práca bola riešená s podporou Zmluvy o dielo č. 653/2015/SPU „Testovanie vybraných hnojív s polysulfidmi vo výžive a ochrane trávníkov“ uzavretou s VUCHT a.s.

Produkčný a ekonomický potenciál údolných lúk v podmienkach klimatických zmien

Production and economic potential of valley meadows under climatic changes

Ivan Holúbek, Marián Miko,
Andrea Boháčiková, Rudolf Holúbek,
Tomáš Rábek

The paper shows the results of analysis of the effects of mineral nutrition of valley grassland in the experimental field trial during the period of ten years. In the three cut way of defoliation of grassland vegetation, the hay crop in the variants of fertilization has a rising tendency from the lowest to the highest applied doses (amounts) of fertilizers with the higher values in the wider ratio of NPK nutrients. The production effect of industrial fertilizers, observed during the wet, dry and average years is closely connected with the variations of costs and yields (Table 1). We have used the technological and economic parameters applied by VÚZTP in Prague – Ruzyně and our results. From the conducted analysis we can

conclude that neither the maximum dosis of NPK nutrients 675 kg.ha⁻¹ (var. 6) and 462 kg.ha⁻¹ (var. 11) in groups of climatically different years have negatively influenced the production and the economy of production. Direct costs and the own costs in the variants of fertilizing and in the groups of years have a rising trend. Direct costs compared with the unfertilized control in relative values increase with the intensity of applied doses of NPK nutrients with the maximum of 287.70% (var. 6) and 243.60% var. 11. The production of meadow hay under the soil-climatic conditions and the realized technology prato is profitable in wet, dry and average years. An exception is negative profit margin (loss) on the unfertilized control in the dry years – 66.24 €.ha⁻¹. and var. 12 fertilized 17.5 kg N + PK in the wet years -55.18 €.ha⁻¹.

valley meadow, industrial fertilizers, hay crop, costs and yields, cost effectiveness

Údolné lúky sú trvalé trávne porasty, ktoré vznikli ako súčasť tradičného nízko intenzívneho hospodárenia (kosenie, pasenie) v nížinách a s pravidelne sa vyskytujúcimi inundáciami. Európske nížinné lúky sú významným zdrojom biodiverzity, vyskytuje sa na nich mnoho vzácných druhov rastlín a živočíchov (8, 11). Vďaka dobrému zásobeniu živinami a vodou ide o jeden z našich najproduktívnejších ekosystémov (5, 6). Trávne porasty všeobecne poskytujú pre spoločnosť mnohostranné úžitky. Ako časť poľnohospodárskeho systému a vidieckej krajiny majú ekonomickú hodnotu v produkcii a prispievajú k skupine mimo produkčných (ekologických a vidieckych záujmov). Navyac majú rozhodovacie hodnoty, ktoré vyjadrujú pro-

spešnosť z potencionálneho využitia ako existenčné a poručenské hodnoty, ktoré vznikajú z poznatkov pokračujúcej existencie. Tieto hodnoty zahŕňajú netrhové prosperosti a pozitívne externality, ktoré možno hodnotiť metódami založenými na potenciálnom ekonomickom analyzovaní, prípadne použitím integrovaných optimalizačných modelov (2, 7). Dôležitým faktorom, ktorý pôsobí viacerými smermi je výživa. Hnojenie sa pokladá za najvýznamnejší pratotechnický zásah, ktorý ovplyvňuje produkciu a kvalitu fytomasy, zmeny vo flóre a faune, chémii pôdy a samozrejme nákladovosť resp. ekonomiku výroby krmív z trávnych porastov (3). Poznatky získané v lúkarstve a pasienkarstve v druhej polovici 20. storočia a doznievanie v prvých rokoch 21. storočia vychádzali z princípov všestrannej intenzifikácie ako významného prvku zefektívnenia poľnohospodárskej výroby v horských a podhorských regiónoch Slovenska. Kritika intenzifikácie, ktorá začala už koncom 20. storočia prepukla začiatkom 21. storočia a z nej nástup environmentálnych obmedzení, volanie po zachovaní biodiverzity z radov biológov a z toho aj popud vo vlastnom poľnohospodárstve s low – input systémom a environmentálne prospešnou extenzifikáciou. To vyvolalo potrebu iného myslenia s určitým návrhom k prírodným ekosystémom a využívaniu prírodných procesov pre výrobu potravinových surovín. Aj poľnohospodárska politika začala vytvárať programy, smerujúce k rovnováhe ekosystémov intenzívnym legislatívnym presadzovaním. Rovnako aj výskumné a vývojové programy, bohato financované určujú do detailov vecnú problematiku, ktorá vytvára široký rámec pre výskumné riešenia, zamerané na integračné projekty. Napokon z vlastného odvetvia lúkarstva a pasienkarstva treba spomenúť zintenzívnenie medzinárodných podujatí, ktoré prezentujú prvé výsledky nového zamerania, ktoré prezentuje Európska lúkarská federácia a internacionálny lúkarsky kongres v rozsiahlych, ba až viacväzkových zborníkoch. Uvedené prístupy vrátane akceptovania klimatických zmien (9) sa premietajú v odborných a vedeckých prácach publikovaných z našich výskumných projektov. Vzhľadom na tieto aspekty hodnotíme v príspevku produkčný potenciál údolnej lúky v kontexte s variantným uplatnením dávok priemyselných hnojív a ekonomickej efektívnosti výroby sena.

Materiál a metódy

Príspevok skúma efekty minerálnej výživy údolnej lúky (Asociácia *Festucetum pratense*) v experimentálnom pokuse Katedry trávnych ekosystémov a krmných plodín, Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre v desaťročnom časovom rade ostatných rokov. Experimentálne práce boli realizované v katastrálnom území obce Chyzerovce v nadmorskej výške stanovišťa 147 metrov. Na piesočnato hlinitej aluviálnej naplavenine. Priemerná ročná teplota v lokalite dosahuje hodnoty 9° C a priemerné celoročné zrážky 600 až 650 mm. Aplikácia a dávkovanie živín sú uvedené v tabuľke 1.

Výsledkom sú variácie úrod sena V2-Vn (počet variantov je n = 12 nielen v čase (roky), ale aj v jednotlivých kosbách (max. 3 kosby za rok) oproti kontrolnom variantu (V1). Výsledky úrod sena v experimentálnych rokoch a variantoch hnojenia sme vyhodnotili analýzou variancie. Preukaznosť rozdielov medzi priemerom úrod sena a rozdielných úhrnoch zrážok bola stanovená Tukeyovým testom na hladine spoľahlivosti 99 % (tab. 2). Na produkčný efekt nadväzujú aj variácie nákladov a príjmu

reprezentovaného priamou podporou a podporou znevýhodnených oblastí na trvalé trávne porasty. Nákladovosť výroby sena vo variantoch hnojenia v trojkosnom systéme využívania hodnotíme priemerom úrod sena v rokoch vlhkých – 4 r. – suma vegetačných zrážok nad 650 mm, v rokoch suchých – 3 r. – suma vegetačných zrážok pod 500 mm a rokoch priemerných – 3 r. (50 ročný priemer vegetačných zrážok 570-620 mm). Vychádzali sme pritom z technologických a ekonomických parametrov používaných Výskumným ústavom zemедelskej techniky v Prahe – Ruzyni (<http://www.vuzt.cz/index.php?/=A35>). Priame náklady na výrobu sena sme prepočítali aktuálnym kurzom z 20.11.2015 (EUR 1 = 27,031 CZK). Ceny priemyselných hnojív za 1 kg v LAD – 27 % N; P₂O₅ v superfosfáte a K₂O v 60 % draselnej soli nám poskytol Výskumný ústav chemických technológií a. s. Bratislava a Agrochemický podnik Levice. Náklady na zber sena pozostávali: z nákladov na smykovanie SB – 5 a 8,51 €.ha⁻¹, kosenie kosačkou TK 50 kw (kosačka rotačná 2,5) v cene 16,02 €.ha⁻¹, obracanie a zhrňovanie sena súpravou TK 50 kw (obracač 6 m) v cene 11,39 €.ha⁻¹, zber sena s návesom TK 52 kw (zberací náves 30 m³) v cene 4,62 €.ha⁻¹, doprava sena do senníka TK 50 kw (príves 5 t) v cene 1,92 €.ha⁻¹, lisovanie sena do hranolovitých balíkov Tk 90 kw (lis na balíky 80 × 90 cm) v cene 41,16 €.ha⁻¹. Nakladanie a odvoz balíkov za režijné náklady pri uvedenej technológii výroby sena nám poskytol Výskumný ústav ekonomiky v Bratislave (VÚEPP). Následne sme používaným kalkulačným vzorcom podľa VÚEPP v Bratislave (10) vypočítali VN na 1 ha a 1 tonu produkcie, tržby, (1 tona = 80 €), zisk a rentabilitu nákladov bez podpory a s podporou.

V záujme získania poznatkov efektívnosti používaných dávok priemyselných hnojív vo variantoch hnojenia a rokoch sme na vyjadrenie naturálnej efektívnosti hnojenia použili koeficient naturálnej efektívnosti (K_{NE}):

$$K_{NE} = \frac{U}{Z}$$

kde: U – prírastok úrody sena v dôsledku hnojenia [kg]; U – hay yields gain affected by fertilizers application [kg]; Z – dávka živín [kg] / Z – nutrient doses [kg]

Na vyjadrenie ekonomickej efektívnosti priemyselných hnojív sme použili koeficient ekonomickej efektívnosti (K_{EE}):

$$K_{EE} = \frac{P}{N}$$

kde: P – prírastok úrody sena v dôsledku hnojenia; P – hay yields gain affected by fertilizers application; N – prírastok nákladov na hnojenie (€) / N – inputs increasing on fertilizers application (€), (1)

Výsledky a diskusia

Analýza produkcie a nákladovosti výroby sena

Dosiahnuté výsledky potvrdili vysoký produkčný potenciál údolných lúk s maximálnymi hodnotami v rokoch vlhkých 4,63 t.ha⁻¹ var. 1 až 14,24 t.ha⁻¹ (var. V6, tab. 2). Analýzou variancie sme zistili vysoko preukazné rozdiely tak medzi rokmi s rozdielnymi úhrnmi zrážok, ako aj variantami hnojenia. Pri hodnotení najvyšších priemerných úrod sena bol testovaním na hladine pravdepodobnosti 99 % stanovený nepreukazný rozdiel medzi tromi variantmi 5, 6 a 11 vo vlhkých a suchých rokoch. V rokoch s priemer-

Tabuľka 1: Varianty výživy trávneho lúčneho porastu na stanovišti Chyzerovce v kg.ha⁻¹

Table 1: Variants of meadow nutrition on the site Chyzerovce in kg.ha⁻¹

Varianty/ výživa (1)	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
		Pomer živín (2)										
		1 : 0,70 : 1						1:0,35:0,70				
N	0	50	100	150	200	250	50	100	150	200	250	17,5
P	0	35	70	105	140	175	17,5	35	52,5	70	87,5	50
K	0	50	100	150	200	250	25	50	75	100	125	50

(1) variants / nutrients, (2) ratio of nutrients

N – dusík v kg čistých živín, P-P₂O₅ v kg čistých živín, K-K₂O v kg čistých živín, V1-V12 – varianty minerálnej výživy

Prameň: KTEKP FAPZ SPU Nitra

Tabuľka 2: Testovanie preukaznosti rozdielov priemernej úrody sena medzi variantmi pokusu Tukeyovým HSD testom

Table 2: Testing the results of differences in average dry matter of hay between experiment variants with Tukey HSD test

Varianty (1)	Vlhké roky (2) (t.ha ⁻¹)	Suché roky (3) (t.ha ⁻¹)	Priemerné roky (4) (t.ha ⁻¹)
1	4,631 g	2,692 c	4,338 b
7	6,876 a	4,299 ab	5,757 ab
12	6,941 a	4,411 ab	6,118 ab
2	6,997 a	4,999 adc	6,222 ab
8	8,482 ab	5,949 acd	7,348 ac
3	8,744 b	6,528 acd	7,661 acd
9	9,834 be	7,440 cde	8,930 cde
4	10,832 ef	7,914 def	9,436 cdef
10	11,949 cf	9,066 ef	10,005 defg
5	13,066 cd	9,913 efg	11,049 efg
11	13,492 cd	10,198 fg	11,393 fg
6	14,241 d	11,993 g	12,372 g

(1) variants, (2) wet years, (3) drought years, (4) average years

Hladina preukaznosti P = 0,01. Level of statistical significance P = 0.01.

Prameň: vlastné výpočty

nými úhrnmi zrážok bol stanovený nepreukazný rozdiel medzi štyrmi variantmi a to 5, 6, 10 a 11. Vplyv rokov podmienil kolísanie úrod ako na nehnorej kontrole (var. 1) tak i v jednotlivých variantoch hnojenia. V produkcii sena sme stanovili maximálne hodnoty v rokoch vlhkých, druhé v poradí nasledovali roky priemerné a tretie v poradí roky suché. Lúčny porast pri trojkosnom využívaní veľmi dobre reagoval na dodané živiny. Stupňujúce sa dávky NPK živín v skupinách rokov v sledovaných pomeroch 1 : 0,7 : 1 a 1 : 0,35 : 0,5 preukazne podporovali nárast ha úrod a to viac v pomere 1 : 0,7 : 1 ako v pomere 1 : 0,35 : 0,5. Z dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že ani najvyššie dávky NPK živín 675 kg.ha⁻¹ (var. 6) a 462,5 kg.ha⁻¹ (var. 11) pri diferencovaných vstupoch nepôsobili na produkciu porastu depresívne. Naopak potvrdili, že v daných pôdno-klimatických podmienkach nie sú hraničnými. Limitujúcimi faktormi stability a produkcie sena sú zrážky a ich časové rozdelenie a to i v súvislosti dozrievania vplyvu živín v tretích kosbách. Desaťročné experimentálne výsledky poľných pokusov v produkcii sena rozsahom a originalitou vytvorili dobrý teoretický základ pre ekonomickú analýzu a jej následnú exploataciu v teórii a praxi lúkarstva a pasienkarstva. V tomto kontexte uvádzame výsledky nákladov, výnosov a rentability nákladov vo výrobe sena (tab. 3). Priame náklady vo var. hnojenia v porovnaní s nehnorej kontrolou var. 1 (100 %) vzrastajú s intenzitou aplikovaných dávok NPK živín v oboch pomeroch s maximom 287,70 % vo var. 6 a 243,60 % vo var. 11. V technológii výroby sena na nehnorej kontrole sme zistili nasledovný trend rastu

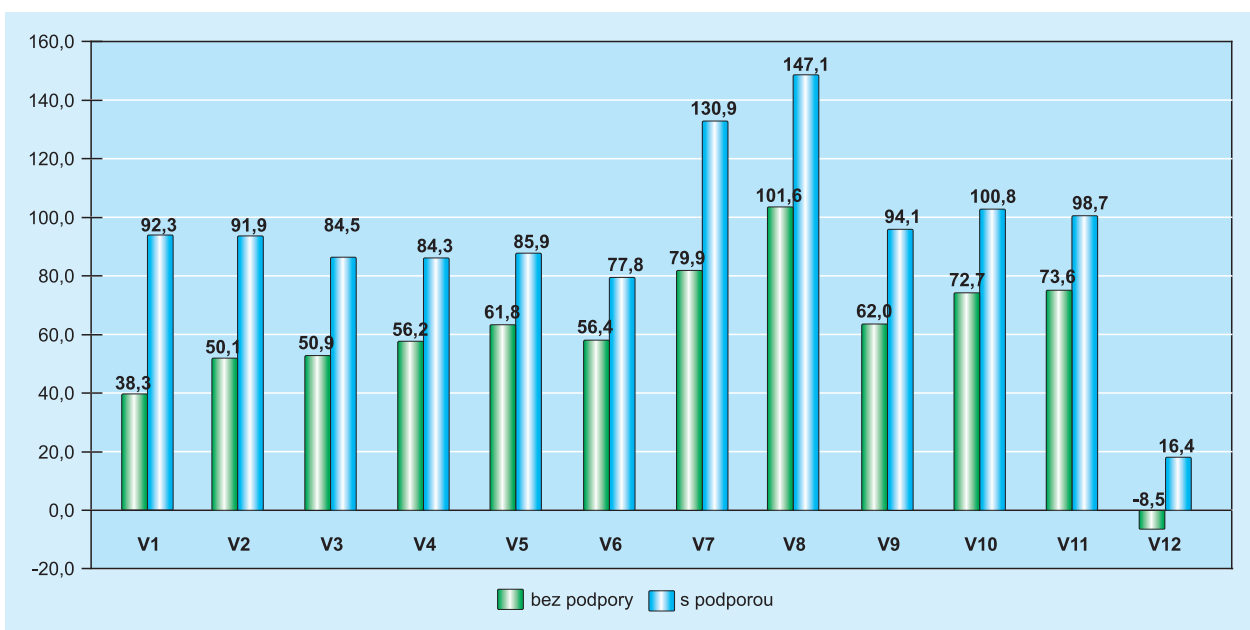
priamych nákladov: Lisovanie > kosby > obracanie a zhrňovanie, nakladanie a odvoz sena, ošetrovanie porastov a NDV. Vo var. hnojenia pri rovnakej technológii ako na nehnorej kontrole najvyšším podielom sa prezentujú priame náklady na priemyselné hnojivá a ich aplikáciu s výnimkou najnižších dávok N, v ktorých dominujú náklady na lisovanie 36,19 % V2, 45,03 % V7 a 38,64 % V12. Vlastné náklady, podobne ako priame náklady, majú vo var. hnojenia vzostupný trend od najnižšej po najvyššiu intenzitu hnojenia s vyššími hodnotami v pomere NPK živín 1 : 0,7 : 1 ako v pomere 1 : 0,35 : 0,5. V suchých a priemerných rokoch sú hodnoty VN veľmi vyrovnané (čo potvrdzuje pozitívny vplyv priemyselných hnojív na stabilitu úrod). Najvyššími VN sa prezentujú roky vlhké od 273,70 €·ha⁻¹ var. 1 do 728,35 €·ha⁻¹ var. 6. Vlastné náklady na tonu úrody kopírujú úrody sena. Najvyššími nákladmi na tonu sena sa prezentujú roky s najnižšími zrážkami, druhé v poradí sú roky priemerné a tretie v poradí sú roky vlhké. Tržby vo vlhkých rokoch (pri cene 80 € za tonu) stúpajú od 370,48 €·ha⁻¹ (var. 1) do 1 139 €·ha⁻¹ (var. 6). V priemerných rokoch od 346,96 €·ha⁻¹ var. 1 do 989,76 €·ha⁻¹ (var. 6). Najnižšími tržbami sa prezentujú roky suché s najnižšími zrážkami 215,36 €·ha⁻¹ (var. 1) s maximom 959,36 €·ha⁻¹ (var. 6). Výroba sena na trávnych porastoch údolnej lúky je zisková a to vo všetkých troch skupinách rokov. Výnimkou je dosiahnutý zisk v suchých rokoch na nehnorej lúke V1 a var. 12 (17,5 kg N.ha⁻¹ + PK). Výška podpor v hodnotených rokoch bola 115,32 €·ha⁻¹ – 155,65 €·ha⁻¹. V záujme zistenia efektívnosti nákladov na výrobu sena sme vypočítali rentabilitu

Tabuľka 3: Náklady a výnosy výroby sena na údolnej lúke
Table 3: Costs and yields of hay production on valley meadow

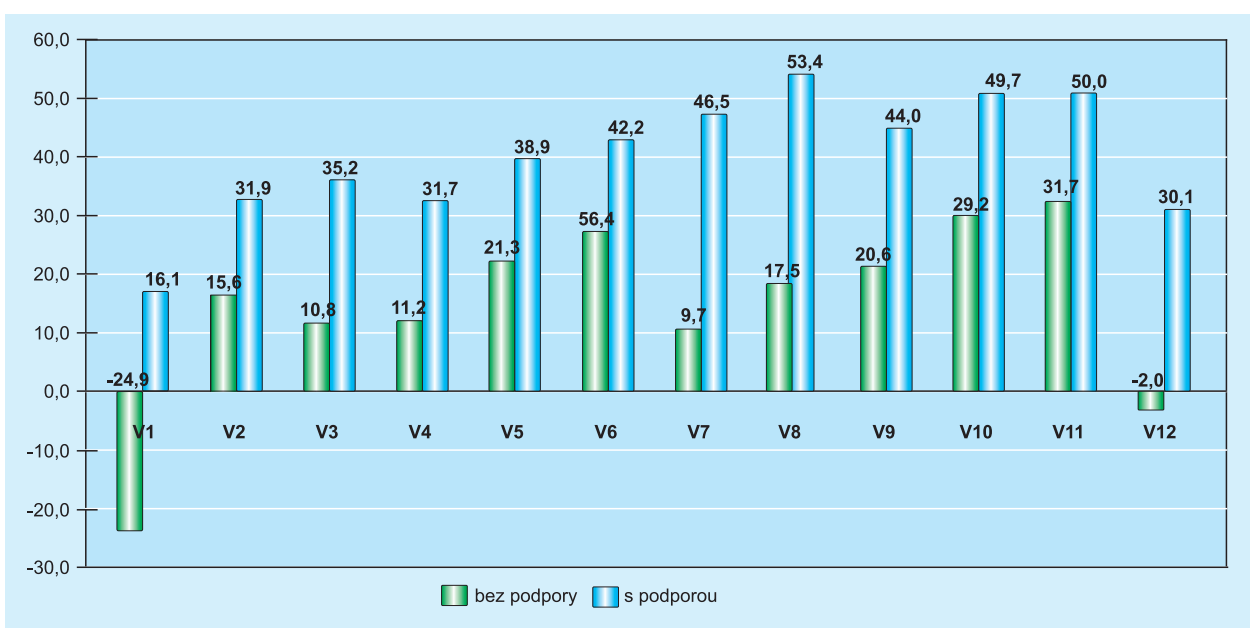
Ukazovateľ(1)	Náklady na pracovné operácie a hlavné parametre (2)												
	jednotky (28)	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
Ošetrovanie porastov a NDV (3)	€·ha ⁻¹	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51
Náklady na hnojivá a aplikácia (4)	€·ha ⁻¹	-	98,92	189,86	280,75	371,71	454,65	75,96	143,93	211,85	279,86	347,78	77,27
Kosenie v 1., 2. a 3. kosbe (5)	€·ha ⁻¹	48,06	48,06	48,06	48,06	48,06	48,06	48,06	48,06	48,06	48,06	48,06	48,06
Obracanie sena v 1., 2. a 3. kosbe (6)	€·ha ⁻¹	34,17	34,17	34,17	34,17	34,17	34,17	34,17	34,17	34,17	34,17	34,17	34,17
Lisovanie sena v 1., 2. a 3. kosbe (7)	€·ha ⁻¹	123,48	123,48	123,48	123,48	123,48	123,48	123,48	123,48	123,48	123,48	123,48	123,48
Nakladanie a odvoz balíkov (8)	€·ha ⁻¹	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Priame náklady spolu (9)	€·ha ⁻¹	242,22	341,14	432,08	522,97	614,13	696,87	274,18	306,15	454,07	522,08	590,00	319,49
Réžia výrobná a správna VR (10)	€·ha ⁻¹	31,48	31,48	31,48	31,48	31,48	31,48	31,48	31,48	31,48	31,48	31,48	31,48
Réžia výrobná a správna SR (11)	€·ha ⁻¹	39,41	39,41	39,41	39,41	39,41	39,41	39,41	39,41	39,41	39,41	39,41	39,41
Réžia výrobná a správna PR (12)	€·ha ⁻¹	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47
VN spolu VR (13)	€·ha ⁻¹	273,70	372,62	463,56	554,45	645,61	728,35	305,66	337,63	485,33	553,56	621,54	358,90
VN spolu SR (14)	€·ha ⁻¹	281,63	380,55	471,49	562,38	653,54	736,28	313,59	345,56	493,40	561,49	629,47	359,26
VN spolu PR (15)	€·ha ⁻¹	281,63	380,61	471,55	562,44	653,60	736,34	313,65	345,62	493,54	561,55	629,53	359,26
Úrody sena za 3 kosby VR (16)	q·ha ⁻¹	46,31	69,97	87,44	108,33	130,66	142,40	68,76	84,82	98,34	119,49	134,92	69,41
Úrody sena za 3 kosby SR (17)	q·ha ⁻¹	26,92	49,99	65,27	79,14	99,13	119,92	43,00	59,49	74,40	90,65	101,98	44,11
Úrody sena za 3 kosby PR (18)	q·ha ⁻¹	43,37	62,21	76,61	94,35	110,49	123,72	57,57	73,47	89,30	100,04	113,92	61,17
VN na tonu VR (19)	€·ha ⁻¹	59,10	53,25	53,01	51,18	49,41	51,14	44,45	39,80	49,35	46,32	46,06	87,94
VN na tonu SR (20)	€·ha ⁻¹	104,61	76,12	72,23	71,06	65,92	61,39	72,92	58,08	66,31	61,94	61,72	81,36
VN na tonu PR (21)	€·ha ⁻¹	64,93	61,18	61,55	59,61	59,15	59,51	54,48	47,04	55,26	56,13	55,26	58,73
Tržby VR (22)	€·ha ⁻¹	370,48	559,76	699,52	866,40	1045,28	1139,20	550,08	678,56	786,12	455,92	1079,36	555,28
Tržby SR (23)	€·ha ⁻¹	215,36	399,92	522,16	633,12	793,04	959,36	344,00	475,92	595,20	725,20	815,84	352,88
Tržby PR (24)	€·ha ⁻¹	346,96	497,68	612,88	754,80	883,92	989,76	460,56	587,76	714,40	800,32	911,36	489,36
Zisk VR (25)	€·ha ⁻¹	96,70	186,66	235,96	311,59	398,71	410,93	244,34	341,01	301,07	402,20	457,66	-55,18
Zisk SR (26)	€·ha ⁻¹	-66,27	19,37	50,67	70,74	139,50	223,08	30,47	130,36	101,80	163,71	113,57	-6,02
Zisk PR (27)	€·ha ⁻¹	65,33	117,07	141,33	192,36	230,32	253,42	146,91	242,14	220,86	238,77	281,83	130,10

(1) indicator, (2) working operation costs and main parameters, (3) grassland management and NDV, (4) fertilizer costs and application, (5) mowing in the 1., 2. and 3. cut, (6) hay tedding in the 1., 2. and 3. cut, (7) hay baling in the 1., 2. and 3. cut, (8) collection and haymows, (9) total direct costs, (10) overheads (wet years), (11) overheads (drought years), (12) overheads (average years), (13) own costs, (14) drought years, (15) own costs (average years), (16) hay crop in 3 cuts (wet years), (17) hay crop in 3 cuts (drought years), (18) hay crop in 3 cuts (average years), (19) own costs per t (wet years), (20) own costs per t (drought years), (21) own costs per t (average years), (22) sales (wet years), (23) sales (drought years), (24) sales (average years), (25) profit (wet years), (26) profit (drought years), (27) profit (average years), (28) units
 NDV – non-wood forest vegetation, VR – wet years, SR – dry years, PR – average years, VN – own costs V1 – V12 – variants of fertilizing
 NDV – nelesná drevená vegetácia, VR – vlhké roky, SR – suché roky, PR – priemerné roky, VN – vlastné náklady, V1 – V12 – varianty hnojenia
 Prameň: VUŽT Praha a vlastné výpočty

Obrázok 1: Rentabilita nákladov vo vlhkých rokoch (%)
Figure 1: Inputs profitability in wet years (%)



Obrázok 2: Rentabilita nákladov v suchých rokoch (%)
Figure 2: Inputs profitability in drought years (%)



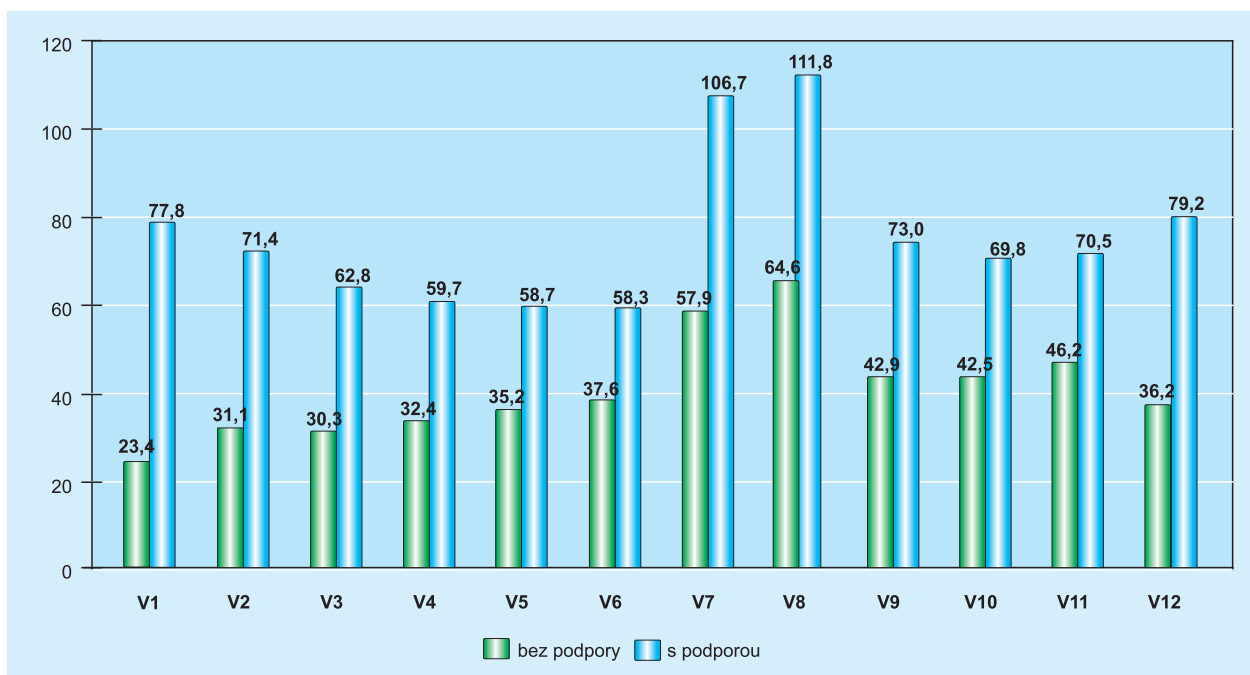
nákladov bez dotačnej podpory a s dotačnou podporou (obr. 1 – 3). Rentabilita nákladov bez dotačnej podpory má pozitívny vývoj s najpriaznivejšími hodnotami v rokoch vlhkých. Výroba sena nie je rentabilná pri najnižšej intenzite hnojenia NPK (var. 12 a var. 1, obr. 2). Rentabilita VN s dotačnou podporou má pozitívny vývoj vo všetkých sledovaných ukazovateľoch s maximálnymi hodnotami v rokoch vlhkých, po ktorých nasledujú roky priemerné a ako posledné roky suché. Z ekonomickej analýzy nákladovosti výroby sena rezultuje záver o prioritě nákladov na priemyselné hnojivá a ich aplikáciu. Uvedenú problematiku hodnotíme pomocou koeficientu prírodnej efektívnosti

hnojív (K_{NE}) a koeficientu ekonomickej efektívnosti priemyselných hnojív (K_{EE}).

Hodnotenie prírodnej a ekonomickej efektívnosti priemyselných hnojív

Medzi dôležité ukazovatele efektívnosti hnojenia trávnych porastov sa v lúgarskom výskume traduje produkčná účinnosť priemyselných hnojív vyjadrená koeficientom prírodnej efektívnosti K_{NE} a ekonomickej efektívnosti vyjadrená koeficientom ekonomickej efektívnosti K_{EE} (3). Dosažené výsledky v experimentálnych rokoch uvádzame v tab. 4. Tak ako K_{NE} , tak i K_{EE} v rokoch majú nasledovný trend:

Obrázok 3: Rentabilita nákladov v priemerných rokoch (%)
Figure 3: Inputs profitability in average years (%)



Tabuľka 4: Koeficient prírodnej efektívnosti (K_{NE}) a koeficient ekonomickej efektívnosti (K_{EE}) priemyselných hnojív v experimentálnych rokoch

Table 4: Coefficient of natural effectiveness (K_{NE}) and coefficient of economic effectiveness (K_{EE}) of industrial fertilizers in experimental years

Variety (1)	K_{NE} v rokoch (2)			K_{EE} v rokoch (3)			K_{NE} Ø 10 r.	K_{EE} Ø 10 r.
	mokvý	suchý	priemerný	mokvý	suchý	priemerný		
1 – kontrolný variant (4)	–	–	–	–	–	–	–	–
2	17,52	17,08	13,95	1,91	1,86	1,51	15,94	1,74
3	15,23	14,20	12,31	1,73	1,61	1,39	13,75	1,56
4	15,31	12,89	12,58	1,48	1,48	1,44	13,49	1,55
5	15,60	12,37	12,42	1,81	1,55	1,44	13,66	1,58
6	14,23	13,77	11,90	1,69	1,63	1,41	13,16	1,56
7	24,27	17,38	15,35	2,36	1,69	1,48	18,6	1,81
8	20,82	17,57	16,27	2,16	1,80	1,66	17,87	1,83
9	18,75	17,10	16,55	1,96	1,79	1,72	17,37	1,82
10	19,77	17,22	15,31	2,09	1,82	1,62	17,22	1,82
11	19,15	16,22	15,25	2,03	1,72	1,62	16,71	1,77
12	19,66	14,62	15,14	2,39	1,77	1,84	16,34	1,98

(1) variants, (2) coefficient of natural effectiveness (wet, drought, average), (3) coefficient of economic effectiveness (wet, drought, average), (4) control variant
 Prameň: vlastné výpočty

roky vlhké > roky suché > roky priemerné s výnimkou najnižšej použitej dávky priemyselných hnojív (var. 12). V priemere 10. rokov K_{NE} na hnojených variantoch sa pohyboval v rozpätí 13,16 kg sena (var. 6) až 18,62 kg sena (var. 7), K_{EE} – 1,55 € var. 4 až 1,98 € var. 12. Ak posudzujeme K_{NE} a K_{EE} z hľadiska použitých pomerov živín N : P_2O_5 : K_2O v hnojených variantoch podstatne vyšší efekt mali dávky v užšom pomere N : P_2O_5 : K_2O – (1 : 0,35 : 0,5). To znamená, že v daných pôdno-klimatických podmienkach pôsobil na výšku úrod najviac dusík a jeho množstvo, menej fosfor a draslík. Efekt dusíka sa zvyšuje zastúpením vysokých druhov tráv v poraste (*Dac-*

tylis glomerata, *Festuca pratensis*, *Alopecurus pratensis* a *Arhenatherum elatius* (3, 4). Zvyšovanie dávok dusíka od 50 kg + PK na ha spôsobilo preukazne zvýšenie prírustku úrod sena oproti kontrolnému variantu a následne zvýšenie všetkých hodnotených ukazovateľov v oboch pomeroch NPK živín. Koeficient prírodnej efektívnosti bol vo všetkých variantoch väčší ako ACHE – agrochemický ekvivalent (ako kritérium K_{NE}) a koeficient ekonomickej efektívnosti mal hodnotu väčšiu ako 1 ($K_{EE} = 1$ sa považuje za kritickú hranicu, pri ktorej prírustok úrody vo finančnom vyjadrení sa rovná nákladom na hnojenie, t. j. K_{EE} menší ako 1 znamená ekonomickú neefektívnosť

hnojenia a K_{EE} väčší ako 1 ekonomickú efektívnosť hnojenia), čo sa prejavilo tvorbou zisku vo variantoch hnojenia v rokoch vlhkých, suchých a priemerných s výnimkou nehnojenej kontroly v suchých rokoch V1 – 66,27 € a var. 12 – 6,02 € (tab. 4).

Záver

Desaťročné výsledky poľného pokusu s hnojením a využitím údolnej lúky rozšírili poznatky o procesoch botanických zmien, v produkcii fytomasy, kvalite a nákladovosti výroby sena. Úrody sena vo variantoch hnojenia pri stupňovaných dávkach NPK živín majú štatisticky preukaznú vzostupnú tendenciu s maximálnymi hodnotami v rokoch vlhkých a minimálnymi hodnotami v rokoch suchých. V porovnaní s nehnojenou kontrolou sa prezentovali vyšším produkčným potenciálom varianty v pomere NPK živín 1 : 0,7 : 1 ako v pomere 1 : 0,35 : 0,5. Zistili sme, že ani maximálne dávky NPK živín 675 kg.ha⁻¹ variant 6 a 462,5 kg.ha⁻¹ variant 11 v skupinách rokov nepôsobili na porast depresívne. Potvrdilo sa, že v daných pôdno-klimatických podmienkach nie sú hraničnými. Priame i vlastné náklady vo variantoch hnojenia v zrážkovo rozdielnych rokoch v oboch pomeroch NPK živín majú vzostupný trend od variant 2 až po variant 11. Najnižšími hodnotami nákladovosti pri výrobe sena sa prezentujú VN v rokoch vlhkých od 273,70 €·ha⁻¹ var. 1 až do 728,35 €·ha⁻¹ variant 6. V suchých a zrážkovo priemerných rokoch sú hodnoty vlastných nákladov vyrovnané. Výroba sena na trávnych porastoch údolnej lúky v podmienkach low-input systému (do 100 kg N + PK) ako aj intenzívnych podmienkach výživy je zisková v rokoch vlhkých, suchých i priemerných. Výnimkou je dosiahnutý zisk na nehnojenej kontrole var. 1 v rokoch suchých – 66,27 €·ha⁻¹ variant 12 hnojenom 17,5 kg N.ha⁻¹ + PK – 6,02 €·ha⁻¹ a variant 12 – 55,18 €·ha⁻¹ v rokoch vlhkých. Rentabilita nákladov bez dotačnej podpory (s výnimkou variant 1 a var 12 v suchých rokoch) má v časovom rade rokov pozitívny vývoj. Výroba sena s podporou vo variantoch hnojenia a rokoch je rentabilná s maximálnymi hodnotami v rokoch vlhkých (obr. 1). Výroba sena je zisková tiež pri cene 60 €·t⁻¹ vo variantoch hnojenia 1 – 11 v rokoch vlhkých, vo variantoch 4 – 11 v rokoch priemerných, stratová vo všetkých variantoch hnojenia v rokoch suchých. Koeficient naturálnej efektívnosti (K_{NE}) bol vo všetkých variantoch a skupinách rokov väčší ako ACHÉ (agrochemický ekvivalent). Rovnako väčšími hodnotami ako 1 sa prezentoval aj koeficient ekonomickej efektívnosti priemyselných hnojív (K_{EE}) tabuľka 4. V záujme zníženia nákladovosti výroby sena údolné lúky v trojkosnom systéme využívania odporúčame realizovať dvojkosný systém využívania, čo umožní zníženie priamych nákladov o 146,47 €·ha⁻¹. Tretiu kosbu navrhujeme nahradiť pasením hospodárskych zvierat. Vo výrobnej praxi na základe dosiahnutých výsledkov odporúčame údolné lúky využívať environmentálne prospešnou extenzifikáciou polo intenzívne alebo intenzívnejšie s hnojením v produkčnom stupni do 100 kg dusíka na ha č. ž. a PK v požadovanom pomere. Najdôležitejšími faktormi pôsobiacimi na ekonomickú efektívnosť výroby sena sú zrážky a ich časové rozdelenie v roku, ceny vstupov, ceny za produkciu, poskytnutá podpora a pracovné náklady. Výsledky hodnotenia produkčných a ekonomických ukazovateľov údolnej lúky majú využiteľnosť najmä v hodnotení efektívnosti poľnohospodárskej výroby vo výrobných oblastiach SR. Pri modelovaní agrárnej ekonomiky jednotlivých poľ-

nohospodárskych podnikov ako i vo výchovno-vzdelávacom procese poľnohospodárskych odborníkov.

Literatúra

- (1) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU v spolupráci s Duslo a. s. Šafa, 2000.
- (2) HOLÚBEK, I. – KUZMA, F. 2003. Ekonomika a manažment pestovateľských systémov trávnych porastov v SR. Nitra : SPU, 2003.
- (3) HOLÚBEK, I. – LOŽEK, O. 2014. Bilancia živín a ekonomická efektívnosť hnojenia lúk a pasienkov. Nitra : SPU, 2014.
- (4) HOLÚBEK, R. 1991. Produkčná schopnosť a kvalita poloprirodných trávnych porastov v mierne teplej a mierne suchej oblasti. Bratislava : Veda, 1991.
- (5) HOLÚBEK, R. a i. 2007. Krmovinarstvo manažment pestovania a využívania krmovín. Nitra : SPU, 2007.
- (6) KRAJČOVIČ, V. a i. 1968. Krmovinarstvo. Bratislava : Príroda, 1968.
- (7) LEHMANN, B. – HEDIGE, W. 2004. The contribution of grassland to Social benefits of agriculture an economic analysis. 20 meet 66F Lucern, Switzerland, 2004.
- (8) RYCHNOVSKÁ, M. 1993. Temperate seminatural grassland of Europe and Asia. In R. TI Coupland (ed.), Natural grasslands: Ecosystems of the world. Amsterdam : Elsevier, 1993.
- (9) ŠPÁNIK, F. 2008. Klimatické zmeny a ich vplyv na poľnohospodárstvo (Climate change and its Impact on Agriculture). In Biometeorológia, Nitra : SPU, 2008. ISBN 97-80-552-0068-2.
- (10) TRUBAČOVÁ, A. – STANKOVÁ, M. 2012. Nákladovosť poľnohospodárskych výrobkov v SR za roky 2012. Bratislava : VÚEPP, 2012.
- (11) VARGOVÁ, V. 2012. Floristicko-produkčné charakteristiky dlhodobého hnojenia údolných lúk. Dizertačná práca : Nitra : SPU, 2012.

*Ing. Ivan Holúbek, PhD.,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Fakulta ekonomiky a manažmentu,
Katedra financií
Trieda Andreja Hlinku 2,949 76 Nitra,
e-mail: ivan.holubek@uniag.sk*

PodĎakovanie

Tento článok vznikol s podporou projektu VEGA číslo 1/0666/17 s názvom Vplyv integrácie a globalizácie na podnikateľské riziko v poľnohospodárstve na Slovensku.

This paper was supported by the project VEGA no. 1/0666/17 with the title Impact of Integration and Globalization on Business Risk in Slovak Agriculture.



Uplatnenie vinázy, odpadu z výroby alkoholu, v poľnohospodárstve

Use of Vinasse, Alcohol Waste, in Agriculture

Peter Kováčik

Kontinuálny nárast počtu ľudí na našej planéte a zlepšovanie ich životných podmienok vedie k nárastu produkcie odpadov. Bez riešenia problému ich čo najekologickejšieho a čo najekonomickejšieho využitia hrozí ľudstvu trvalé poškodenie životného prostredia, zhoršenie kvality života, nárast civilizačných chorôb. Každoročné celosvetové zvyšovanie produkcie odpadov a v rámci nich i odpadov z výroby bioetanolu predstavuje pre vedcov obrovskú výzvu technického a ekonomického charakteru.

Komplexné riešenie tohto problému sa neočakáva v krátkom čase, ale v dohľadnej dobe sa očakávajú kvalitné partiálne ekologickejšie a ekonomicky výhodné riešenia využitia viacerých druhov odpadov, medzi nimi i odpadov vznikajúcich pri výrobe alkoholu.

Vináza (anglicky vinasse) je vedľajším produktom výroby etanolu (bioetanolu) určeného pre petrochemický priemysel vo forme prísady do palív. Vzniká destiláciou skvasenej biomasy plodín určených na výrobu cukru (repy cukrovej a cukrovej trstiny), škrobových plodín (kukurica, pšenica, ryža a maniok), ovocia (hrozno, pomaranč) alebo celulózového materiálu (pozberové zvyšky, cukrová trstina bagasa a drevo) (Bustamante et al. 2010, Christofoletti et al. 2013, Mota et al. 2013, Garcia et al. 2017). Vináza je aj vedľajším produktom výroby alkoholových nápojov z agáve (*Agave L.*) akými sú mezcal a tequila, ale aj iných alkoholických nápojov z cukrovej trstiny (*Saccharum officinarum L.*), alebo repy cukrovej (*Beta vulgaris L.*), prípadne iných plodín (Morano-Salazar et al. 2016). V priemere každý liter vyrobeného etanolu generuje 7 až 15 l vinázy v závislosti od toho či je to repná, trstinová, hrozňová, mezcalová, tequilová, alebo iná vináza (Jiménez et al. 2003, CVC 2012, Cavalett et al. 2012, Robles-González et al. 2012). Vináza je zvyčajne tmavohnedý, hustý kvapalinový (sirupovitý) zvyšok s hustotou 1,3 g.cm⁻³, ktorý sa odstraňuje z destilačných kolón (Silva a Orlando-Filho 1981). Tekutá, surová vináza má nízky obsah sušiny od 2 do 10 % v závislosti od jej pôvodu. Pevnú (zákalovú) časť tvoria hlavne organické zlúčeniny ako kyseliny, alkoholy, aldehydy, ketóny, estery, cukry, polyfenolové zlúčeniny (34 až 542 mg l⁻¹) ako kyselina tanínová, kyselina humínová, furfurály a minerálne zložky tvorené iónmi K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ a SO₄²⁻. Má nízke pH od 3,0 – 5,1 vysokú chemickú spotrebu kyslíka (50 000 až 95 000 mg l⁻¹), vysokú biologickú spotrebu kyslíka (18 900 až 78 300 mg l⁻¹), vysoký obsah prchavých pevných látok 79 000 až 82 222 mg l⁻¹, solí (EC = 250 – 300 dSm⁻¹) resp. 37 500 až 79 000 mg.l⁻¹ a veľa sodíka (28 000 mg.kg⁻¹) a draslíka (10 000 až 345 000 mg l⁻¹) (Pant a Adholeya 2007, Zayas et al. 2007, Carvajal-Zarrabal et al. 2012, Camargo et al. 2009, Campos et al. 2014, Moran-Salazar et al. 2016, Ortegón et al. 2016, Sadeghi et al. 2016). Obsah celkového dusíka varíruje od 0,974 do 4,74 g.l⁻¹ zatiaľ čo obsah celkového uhlíka varíruje od 26 do 592 g.l⁻¹, takže pomer C : N býva väčší ako 27:1 a častokrát na úrovni 100:1 a nezriedka i 800 : 1. Vinázy nie sú nebezpečným odpadom (EPA 2016), avšak ich vypúšťanie do životného pros-

tredia môže spôsobiť kontamináciu pôd a vôd, pretože často obsahujú značné množstvo kovov a vo vode rozpustných látok (Prasad et al. 2008).

Najväčšími svetovými pestovateľmi cukrovej trstiny a následne výrobcami etanolu a cukru sú podľa FAO (2015) Brazília, potom India, Čína, Pakistan, Thajsko, Mexiko, Kolumbia, Austrália, Južná Afrika a Kuba (Bassanta et al. 2003). Trstinového etanolu sa v roku 2013 vyrobilo 1,4 × 10¹¹ litrov a repného 23 × 10¹⁰ l. Výroba uvedených množstiev etanolu generovala produkciu 1,4 – 2,1 × 10¹² trstinovej a 2 – 3,2 × 10¹¹ l repnej vinázy (FAO 2015). Mezcalového liehu sa vyrobí približne 4,2 × 10⁶ litrov a tequilového 2,4 × 10⁸ l (CRM 2015, CRT 2015), čo generuje produkciu 1,6 až 2,3 × 10⁹ mezcalovej vinázy a 1,7 až 2,4 × 10⁹ tequilovej vinázy (Méndez-Acosta et al. 2010, Morano-Salazar et al. 2016). Mezcalovú a tequilovú vinázu produkuje iba Mexiko. V Európe najväčšími producentmi cukru a následne etanolu sú Nemecko, Francúzsko, Poľsko a Spojené kráľovstvo (Prasad et al. 2008). Na Slovensku sa výrobou etanolu (bioetanolu) zaoberá spoločnosť Enviral a.s. so sídlom v Leopoldove. K výrobe etanolu využívajú aj kukuricu a významným odpadovým produktom je kukuričná vináza.

Etanol, a to najmä z cukrovej trstiny, je považovaný za jednu z najlepších možností nahradenia fosílnych palív, pretože emituje približne o 80 % menej skleníkových plynov ako benzín (Macedo et al. 2008, Seabra et al. 2011, Oliveira, 2013).

S rastom výroby bioetanolu rastie produkcia hustého kvapalinového odpadu, vinázy. Možností jej využitia je viacero. Najrozšírenejší spôsob je hnojivá zálievka, t. j. aplikácia do pôdy. Ďalším spôsobom je jej koncentrácia, zahusťovanie odparovaním, pretože hnojivá závlaha nedokáže vždy riešiť problém spracovania veľkého objemu vyrobenej vinázy. Koncentrovaná, odparená vináza sa používa pri výrobe krmiva pre hospodárske zvieratá a na výrobu pevného organického hnojiva. Je ju možné spaľovať v špeciálnych kotloch, ktoré vytvárajú energiu pričom kondenzát odstránený odparením môže byť spracovaný a opätovne použitý pri výrobe etanolu. Vinázu je možné využiť i na výrobu kvasníc. Testujú sa i možnosti jej využitia formou výroby rôznych druhov kompostov (Díaz et al. 2002, Alavi et al. 2017).

Využitie vinázy prostredníctvom jej zahusťovania je malé. Hlavným dôvodom je vysoká spotreba energie. Napriek tomu existujú producenti etanolu, ktorí nemajú možnosť veľké objemy vinázy aplikovať do pôdy a vinázu zahusťujú. Prvé vinázové koncentráty v Európe boli inštalované v Rakúsku v roku 1942 rakúskou spoločnosťou Vogelbusch (Christofoletti et al. 2013). Ak sa zahustená vináza nepoužije na výrobu pevného, relatívne drahého hnojiva vhodného i do ekologického poľnohospodárstva, je možné koncentrát vinázy použiť pre výrobu krmív pre zvieratá vďaka vysokým obsahom živín. Produkcia krmív pre zvieratá z vinázy bola skúmaná v 80. rokoch minulého storočia (Laime et al. 2011). Vinázový koncentrát určený pre priamu výživu zvierat musí mať zníženú hladinu draslíka a potom môže byť použitý ako krmivo pre hovädzí dobytok, ošípané a hydinu. Ak nie je v koncentráte znížená hladina draslíka, môže byť vinázový koncentrát tvoriť iba určitú časť krmnej zmesi. Krmivo vyrobené z vinázy neovplyvňuje chuť alebo vôňu mlieka alebo mliečnych výrobkov, zvieratami je dobre akceptované a konverzný pomer (prírastok hmotnosti vo vzťahu k spotrebe krmív) je primeraný. Musia sa však dodržať dávkové limity (Corazza a Salles Filho, 2000). Podľa Waliszewského et al. (1997) sa koncentrovaná (suchá) vináza môže použiť ako náhrada melasy. U prežúvavcov by podiel krmiva vyrobeného z vinázy nemal byť väčší ako 10 % z denného krmiva a pod 2 % až 3 % u ošípaných (Corazza a Salles Filho 2000, Laime et al. 2011). Vysoká hladina solí a nízke množstvo sacharidov však obmedzuje jej použitie ako

krmiva pre hydinu z dôvodu nízkej úrovne metabolizovateľnej energie (Waliszewski et al. 1997).

Keďže parametre vinázy predstavujú pre prírodu environmentálny problém (López et al. 1992, Madejón et al. 2001), viacerí autori testujú možnosť jej využitia prostredníctvom výroby kompostov. Kompostovanie je biologická metóda premeny jedného alebo viacerých odpadov, pri ktorej aeróbne mezofilné a termofilné mikroorganizmy za kontrolovaných podmienok konzumujú organické látky, pričom produkujú stabilizovaný, nezápachajúci hygienický materiál bez patogénov a rastlinných semien schopných klíčenia, bohatý na huminové látky, ktorý sa používa ako pôdny kondicionér, alebo ako hnojivo (Alavi et al. 2017). Pri kompostovaní vináz sa hľadajú optimálne látky ktoré by boli súčasťou kompostovanej zmesi, pričom sa zisťujú ich vhodné dávky a pomery k rôznym druhom vináz. Z komponentov sa testuje biouhlie, leonardid, hroznové a olivové výlisky, hroznová strapina, odpad z bavlny a bavlníka (Díaz et al. 2003, Tejada a Gonzalez 2006, Wang et al. 2017). Testujú sa i možnosti vermikompostácie vinázy (Molina et al. 2013, Alavi et al. 2017). Použitie kompostov všetkého druhu, vrátane kompostov z vináz či vermikompostov je limitované veľkými prepravnými nákladmi spojenými s prepravou veľkých objemov (Kováčik 2014).

Ako už bolo uvedené, najrozšírenejší spôsob zhodnotenia, využitia vinázy je jej aplikácia do pôdy. Jedny z prvých štúdií o aplikácii vinázy do pôdy sa objavili v 50. rokoch minulého storočia (Camargo et al. (2009). Vináza sa v dôsledku vysokej hustoty, vysokému obsahu solí, draslíka a sodíka aplikuje najmä ako hnojivá zálievka (Corazza 1996). Pre jej použitie sú vhodné polia na ktorých je funkčné zavlažovacie zariadenie (Ortegón et al. 2016).

Podľa Santanu a Machado (2008) je hnojivá závlaha praxou, ktorá poskytuje falošný dojem efektívneho riešenia problému likvidácie vinázy, pretože priama aplikácia vinázy na polia môže viesť k zasoleniu pôd (Candido et al. 2017), k vylúhovaniu kovov prítomných v pôde do podzemných vôd, k zmenám kvality pôd v dôsledku nevyváženosti obsahu živín, hlavne mangánu (Agrawal a Pandey 1994), k výraznému zvýšeniu obsahu draslíka v pôde a k následnému zníženiu úrody pestovaných rastlín (Qiu et al. 2014), k zníženiu hodnoty pH pôdy a úrody plodín (Kumar a Viswanathan 1991, Mavi et al. 2012), k zvýšeniu fytotoxicity a nepríjemného zápachu (Navarro et al. 2000, Santana a Machado 2008), k imobilizácii dusíka v pôde (Parnaudeau et al. 2008), k zhutneniu ornice a k zníženiu jej prevzdušnenosti a vodopriepustnosti (Alavi et al. 2017), k zvýšeniu obsahu dusičnanov v pôde a k následnému zvýšeniu ich obsahov v podzemných vodách (Moraes et al. 2014, Eykelbosh et al. 2015), k akumulácii fenolov v pôdach a následnému zhoršeniu klíčenia a vzhádzania rastlín (Mattiazzo and de Glorie 1987, Mijangos-Cortes et al. 2014), k toxickým účinkom na niektoré druhy rastlín a živočíchov (Da Silva et al. 2007).

Napriek uvedeným negatívnym poznatkom z aplikácie vinázy do pôdy, sa tento odpadový produkt stále najviac zhodnocuje prostredníctvom aplikácie do pôdy, a to i preto, lebo existuje viacero výsledkov, ktoré protirečia predchádzajúcim poznatkom.

Štúdie uskutočnené Laimeom et al. (2011) zistili, že aplikácia trstinovej vinázy do pôdy mala priaznivé účinky na niektoré plodiny a niektoré fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy. Zvýšila sa vododržnosť, pórovitosť, obsah prístupného draslíka a biologická aktivita pôdy. Znížila sa objemová hmotnosť pôd (Madrid a Díaz-Barrientos 1998; Tejada et al. 2007). Podľa Madejóna et al. (2001) má vináza z repy cukrovej pre použitie v rastlinnej výrobe veľký potenciál v dôsledku vysokého obsahu organických látok, draslíka a relatívne aj dusíka. Gemtos et al. (1999) uvádzajú, že zvyšovanie obsahu

draslíka v pôde po aplikácii vinázy bolo pre tvrdú pšenicu (*Triticum durum* L.) prospešné. Jej úroda sa zvýšila o 32 až 46 % ak repná vináza bola aplikovaná do pôdy v dávkach 3,5 až 7,0 t.ha⁻¹, pričom miera zvýšenia úrody, prípadne zníženia výrazne závisela od spôsobu spracovania pôdy. Podobne aj Algur a Kadioglu (1992) zaznamenali po aplikácii vinázy zvýšenie úrody hrachu siateho a snečnice ročnej, ale iba v prípadoch veľmi nízkych dávok vinázy aplikovaných v nízkych koncentráciách, do 2,5 %. Vyššie koncentrácie spôsobovali pokles úrody. Vysoký potenciál využiteľnosti vinázy cestou jej aplikácie do pôdy je znižovaný vysokým obsahom sodíka spôsobujúcim rozpad pôdnych koloidov a zníženou tvorbou mikrobiálnej biomasy v pôde. Z hľadiska obmedzenia jej potenciálneho negatívneho vplyvu na pôdu Algur a Kadioglu (1992) navrhovali jej aplikáciu na pôdu v 3- až 4-ročných cykloch.

Viaceré protichodné zistenia vedcov potvrdzujú názory Moraes et al. (2014) uvádzajúcich, že environmentálne vplyvy vináz neboli správne stanovené. S týmto názorom sa nielen že stotožňujeme, ale zároveň uvádzame, že všetky vyššie prezentované poznatky boli získané z aplikácie repných, trstinových, mezcaloých a tequilových vináz, čo vypovedá o existencii minimálneho počtu vedeckých prác, štúdií zaoberajúcich sa využitím kukuričnej vinázy, jej vplyvom na pôdu a na rastliny.

Napriek tomu, že je viacero štúdií o vplyve vináz na pôdu, na životné prostredie, je minimum prác o dopadoch jej použitia na výšku a kvalitu úrod pestovaných rastlín čo vytvára veľký priestor pre budúci výskum využitia vináz v rastlinnej výrobe

Literatúra

- AGRAWAL, C.S. – PANDEY, G.S. 1994. Soil pollution by spent wash discharge: depletion of manganese (II) and impairment of its oxidation. In J. Environ. Biol., vol. 15, pp. 49–53.
- ALAVI, N. – DANESHPAJOU, M. – SHIRMARDI, M. – GOUDARZI, G. – NEISI, A. – BABAEI, A.A. 2017. Investigating the efficiency of co-composting and vermicomposting of vinasse with the mixture of cow manure wastes, bagasse, and natural zeolite. In Waste Management, vol. 69, pp. 117–126.
- ALGUR, O.F. – KADIOGLU, A. 1992. The effects of vinasse on the growth, biomass, and primary productivity in pea (*Pisum sativum*) and sunflower (*Helianthus annuus*). In Agric Ecosyst Environ., vol. 39, pp. 139–144.
- BASSANTA, M.V. – DOURADO-NETO, D. – REICHHARDT, K. – BACCHI, O.O.S. – OLIVEIRA, J.C.M. – TRIVELIN, P.C.O. – TIMM, L.C. – TOMINAGA, T.T. – CORRECHEL, V. – CÁSSARO, F.A.M. – PIRES, L.F. – DE MACEDO, J.R. 2003. Management effects on nitrogen recovery in a sugarcane crop grown in Brazil. In Geoderma, vol. 116, pp. 235–248.
- BUSTAMANTE, M.A. – SAID-PULLICINO, D. – PAREDES, C. – CECILIA, J.A. – MORAL, R. 2010. Influences of winery-distillery waste compost stability and soil type on soil carbon dynamics in amended soils. In Waste Management, 30 p. 1966–1975.
- CANDIDO, C. – LOMBARDI, A.T. 2017. Growth of *Chlorella vulgaris* in treated conventional and biodegraded vinasses. In Journal of Applied Phycology, vol. 29, pp. 45–53.
- CAMARGO, J.A. – PEREIRA, N. – CABELLO, P.R. – TERAN, F.J.C. 2009. Viabilidade da aplicação do método respirométrico de Bartha para a análise da atividade microbiana de solos sob a aplicação de vinhaça. In Engenharia Ambiental, vol. 6, pp. 264–271.
- CAMPOS, C.R. – MESQUITA, V.A. – SILVA, C.F. – SCHWAN, R.F. 2014. Efficiency of physicochemical and biological treatments of vinasse and their influence on indigenous microbiota for disposal into the environment. In Waste Management, vol. 34, pp. 2036–2046.
- CAVALETT, O. – JUNQUEIRA, T.L. – DIAS, M.O.S. – JESUS, C.D.F. – MANTELATTO, P.E. – CUNHA, M.P. 2012. Environmental and economic assessment of sugarcane first generation biorefineries in Brazil. In Agric Ecosyst. Environ., vol. 14, pp. 399–410.
- CARVAJAL-ZARRABAL, O. – NOLASCO-HIPÓLITO, C. – BARRADAS-DERMITZ, D.M. – HAYWARD-JONES, P.M. – AGUILAR-USCANGA, M.G. – BUJANG, K. 2012. Treatment of vinasse from tequila production using polyglutamic acid. In J. Environ. Manage., 95 (Supplement), S66–S70.
- CORAZZA, R.I. 1996. Reflexões sobre o papel das políticas ambientais e de ciência e tecnologia na modelagem de opções produtivas 'mais limpas' numa perspectiva evolucionista: um estudo sobre disposição da vinhaça. 163f. Tese de Doutorado. Departamento de política científica e tecnológica. Instituto de Geociências, da Unicamp, Campinas-SP.

- CORAZZA, R.I. – SALLES-FILHO, S.L.M., 2000. Opções produtivas mais limpas: uma perspectiva evolucionista a partir de um estudo de trajetória tecnológica na agroindústria canavieira. In *Simpósio, X.X.I. (Ed.)*, De Gestão da Inovação da Tecnológica – Núcleo PGT – USP. XXI Comissão de Gestão da Inovação da Tecnológica, São Paulo, pp. 89–102.
- CHRISTOFOLETTI, C.A. – ESCHER, J.P. – CORREIA, J. E. – MARINHO, J.F.U. – FONTANETTI, C.S. 2013. Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use. In *Waste Management*, vol. 33, pp. 2752–2761.
- CRM. 2015. Consejo Regulador del Mezcal. Informes. <http://www.crm.org.mx/CRT>. 2015. Consejo Regulador del Tequila. Información Estadística. <http://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>
- CVC. 2012. Reglamentación integral participativa para la gestión de las aguas subterráneas en el departamento del Valle del Cauca. Corporación autónoma regional del Valle del Cauca. Santiago de Cali, Colombia, 139 pp.
- DA SILVA, M.A.S. – GRIEBELER, N.P. – BORGES, L.C. 2007. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Goiania, GO. In *Rev. Bras. Engenharia Agrícola Ambient*, vol. 11, pp. 108–114.
- DÍAZ, M.J. – MADEJÓN, E. – LÓPEZ, F. – LÓPEZ, R. – CABRERA, F. 2002. Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting. In *Process Biochemistry*, vol. 37, pp. 1143–1150.
- DÍAZ, M.J. – MADEJÓN A.E. – LÓPEZ, B.F. – LÓPEZ, A.R. – CABRERA, B.F. 2002. Composting of vinasse and cotton gin waste by using two different systems. In *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 34, pp. 235–248.
- DÍAZ, M.J. – EUGENIO, M.E. – JIMÉNEZ, L. – MADEJÓN, E. – CABRERA F. 2003. Modelling vinasse/cotton waste ratio incubation for optimum composting. In *Chemical Engineering Journal*, vol. 93, pp. 233–240.
- EPA (2016) Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) Regulations. <http://www.epa.gov/rcra/resource-conservation-and-recovery-act-rcra-regulations#nonhaz>
- EYKELBOSH, J.A. – JOHNSON, M. – GUIMARAES, C.E. 2015. Biochar decreases dissolved organic carbon but not nitrate leaching in relation to vinasse application in a Brazilian sugarcane soil. In *J. Environ. Manag.*, vol. 149, pp. 9–16.
- FAO (2015) Statistical data warehouse. <http://data.fao.org/es/statistics>
- GARCIA, C.F.H. – DE SOUZA, R.B. – DE SOUZA, C.P. – CHRISTOFOLETTI, C.A. – FONTANETTIA, C.S. 2017. Toxicity of two effluents from agricultural activity: Comparing the genotoxicity of sugar cane and orange vinasse. In *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 142, pp. 216–221.
- GEMTOS, T.A. – CHOULIARAS, N. – MARAKIS, S. 1999. Vinasse rate, time of application and compaction effect on soil properties and durum wheat crop. In *J. Agric. Eng. Res.*, vol. 73, pp. 283–296.
- JIMÉNEZ, A.M. – BORJA, R. – MARTÍN, A. 2003. Aerobic/anaerobic biodegradation of beet molasses alcoholic fermentation wastewater. In *Process Biochem.*, vol. 38, pp. 1275–1284.
- KOVÁČIK, P. 2014. *Princípy a spôsoby výživy rastlín*. Nitra : SPU, 2014, s. 278. ISBN 978-80-552-1193-0.
- KUMAR, S. – VISWANATHAN, L. 1991. Production of biomass, carbon dioxide, volatile acids, during distillery waste treatment by bacterial strains. In *Enzyme Microb. Technol.*, vol. 13, pp. 179–187.
- LAIME, E.M.O. – FERNANDES, P.D. – OLIVEIRA, D.C.S. – FREIRE, E.A., 2011. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. In *R. Trop. Ci. Agr. Biol.*, vol. 5, pp. 16–29.
- LÓPEZ, R. – CABRERA, F. – MORENO, S. – SENARRO, G. – LLORENTE, M.M. 1992. Efecto de la fertilización con vinaza concentrada sobre la producción y estado nutricional de ryegrass. *Proc. Cong. Nacional Ciencia del Suelo*, Pamplona, 1992, pp. 220–225.
- MADEJÓN, E. – LÓPEZ, R. – MURILLO, J.M. – CABRERA, F. 2001. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effects on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (Spain). In *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 84, pp. 55–65.
- MACEDO, I.C. – SEABRA, J.E.A. – SILVA, J.E.A.R. 2008. Greenhouse gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: the 2005/2006 averages and a prediction for 2020. In *Biomass and Bioenergy*, vol. 9, pp. 582–595.
- MADRID, L. – DÍAZ-BARRIENTOS, E. 1998. Release of metals from homogenous soil columns by wastewater from an agricultural industry. In *Environ Pollut.*, vol. 101, pp. 43–48.
- MAVI, M.S. – SANDERMAN, J. – CHITTLEBOROUGH, D.J. – COX, J.W. – MARSCHNER, P. 2012. Sorption of dissolved organic matter in salt-affected soils: effect of salinity, sodicity and texture. In *Sci. Total Environ.*, pp. 435–436, 337–344.
- MATTIAZZO, M.E. – DE GLORIE, N.A. 1987. Effect of vinasse on soil acidity. In *Water Sci. Technol.*, vol. 19, pp. 1293–1296.
- MÉNDEZ-ACOSTA, H.O. – SNELL-CASTRO, R. – ALCARAZ-GONZÁLEZ, V. – GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, V. – PELAYO-ORTIZ, C. 2010. Anaerobic treatment of tequila vinasses in a CSTR type digester. In *Biodegradation*, vol. 21, pp. 357–363.
- MIJANGOS-CORTES, J.O. – GONZALEZ-MUÑOZ, M.E. – ESPAÑA-GAMBOA, E.I. – DOMÍNGUEZ-MALDONADO, J.A. – ALZATE-GAVIRIA L. 2014. Fertilization of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in laboratory and nursery assays with treated vinasses of hydrated ethanol of UASB reactor. In *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. 13, pp. 713–722.
- MORAES, S.B. – JUNQUEIRA, T.L. – PAVANELLO, L.G. – CAVALETT, O. – MANTELATTO, P.E. – BONOMI, A. – ZAIAT, M. 2014. Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane biorefineries in Brazil from energy, environmental, and economic perspectives: Profit or expense? In *Appl. Energy*, vol. 113, pp. 825–835.
- MOLINA, M.J. – SORIANO, M.D. – INGELMO, F. – LLINARES, J. 2013. Stabilisation of sewage sludge and vinasse bio-wastes by vermicomposting with rabbit manure using *Eisenia fetida*. In *Bioresour. Technol.*, vol. 137, pp. 88–97.
- MORAN-SALAZAR, R.G. – SANCHEZ-LIZARRAGA, A. L. – RODRIGUEZ-CAMPOS, J. – DAVILA-VAZQUEZ, G. – MARINO-MARMOLEJO, E. N. – DENDOOVEN, L. – CONTRERAS-RAMOS, S.M. 2016. Utilization of vinasses as soil amendment: consequences and perspectives. In *SpringerPlus*, no. 5, pp. 1–12. DOI 10.1186/s40064-016-2410-3.
- MOTA, V.T. – SANTOS, F.S. – AMARAL, M.C.S. 2013. Two-stage anaerobic membrane bioreactor for the treatment of sugarcane vinasse: Assessment on biological activity and filtration performance. In *Bioresour. Technol.*, vol. 146, pp. 494–503.
- NAVARRO, A.R. – SEPÚLVEDA, M.C. – RUBIO, M.C. 2000. Bio-concentration of vinasse from the alcoholic fermentation of sugar cane molasses. In *Waste Manage.*, vol. 20, pp. 581–585.
- OLIVEIRA, B.G. – CARVALHO, J.L.N. – CERRI, C.E.P. – CERRI, C.C. – FEIGL, B.J. 2013. Soil greenhouse gas fluxes from vinasse application in Brazilian sugarcane areas. In *Geoderma*, vol. 200–201, 77–84.
- ORTEGÓN, G.P. – ARBOLEDA, F.M. – CANDELA, L. – TAMOH, K. – VALDES-ABELLAN, J. 2016. Vinasse application to sugar cane fields. Effect on the unsaturated zone and groundwater at Valle del Cauca (Colombia). In *Science of the Total Environment*, vol. 539, pp. 410–419.
- PANT, D. – ADHOLEYA, A. 2007. Biological approaches for treatment of distillery wastewater: a review. In *Bioresour Technol.*, vol. 98, pp. 2321–2334.
- PARNAUDEAU, V. – CONDOM, N. – OLIVER, R. – CAZEVILLE, P. – RECOUS, S. 2008. Vinasse organic matter quality and mineralization potential, as influenced by raw material, fermentation and concentration processes. In *Bioresour Technol.*, vol. 99, pp. 1553–1562.
- PRASAD, K.R. – KUMAR R.R. – SRIVASTAVA, S.N. 2008. Design of optimum response surface experiments for electro-coagulation of distillery spent wash. In *Water Air Soil Pollut.*, vol. 191, pp. 5–13.
- ROBLES-GONZÁLEZ, V. – GALÍNDEZ-MAYER, J. – RINDERKNECHT-SEIJAS, N. – POGGI-VARALDO, H. 2012. Treatment of mezcal vinasses: a review. In *J. Biotechnol.*, vol. 157, pp. 521–546.
- QIU, S. – XIE, J. – ZHAO, S. – XU, X. – HOU, Y. – WANG, X. – ZHOU, W.H.P. – JOHNSTON, A.M. – CHRISTIE, P. – JIN, J. 2014. Long-term effects of potassium fertilization on yield, efficiency, and soil fertility status in a rain-fed maize system in northeast China. In *Field Crops Res.*, vol. 163, pp. 1–9.
- SADEGHI, S.H.R. – SHARIFI-MOGHADAM, E. – KHALEDI-DARVISHAN, A. 2016. Effects of subsequent rainfall events on runoff and soil erosion components from small plots treated by vinasse. In *Catena*, vol. 138, pp. 1–12.
- SANTANA, V.S. – MACHADO, N.R.C.F. 2008. Photocatalytic degradation of the vinasse under solar radiation. In *Catal. Today*, vol. 133, pp. 606–610.
- SEABRA, J.E.A. – MACEDO, I.C. – CHUM, H.L. – FARONI, C.E. – SARTO, C.A. 2011. Life cycle assessment of Brazilian sugarcane products: GHG emissions and energy use. In *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, vol. 5, pp. 519–532.
- SILVA, G.N. – ORLANDO-FILHO, J. 1981. Concentração da Composição Química dos Diferentes Tipos de Vinhaça do Brasil. In *Boletim Técnico Planal Sucar, Piracicaba*, vol. 8, pp. 5–22.
- TEJADA, M. – GONZALEZ J.L. 2006. The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. In *Soil Tillage Res.*, vol. 91, pp. 186–198.
- TEJADA, M. – MORENO, J.L. – HERNANDEZ, M.T. – GARCIA, C. 2007. Application of two beet vinasse forms in soil restoration: effects on soil properties in an arid environment in southern Spain. In *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 119, pp. 289–298.
- WALISZEWSKI, K.N. – ROMERO, A. – PARDIO, V.T. 1997. Use of cane condensed molasses solubles in feeding broilers. In *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 67, pp. 253–258.
- WANG, X. – ZHAO, Y. – WANG, H. – ZHAO, X. – CUI, H. – WEI, Z. 2017. Reducing nitrogen loss and phytotoxicity during beer vinasse composting with biochar addition. In *Waste Management*, vol. 61, pp. 150–156.
- ZAYAS, T. – ROMERO, V. – SALGADO, L. – MERAZ, M. – MORALES, U. 2007. Applicability of coagulation/flocculation and electrochemical processes to the purification of biologically treated vinasse effluent. In *Separation and Purification Technology*, vol. 57, pp. 270–276.

prof. Ing. Peter Kováčik, CSc.,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Katedra agrochémie a výživy rastlín,

Podakovanie

Tento článok vznikol ako súčasť projektu APVV č. 17-0284.

DUSLO®



ENERGY OF YOUR GROWTH

ENSIN®

**GRANULOVANÉ DUSÍKATÉ
HNOJIVO S OBSAHOM S
A S INHIBÍTORMI
NITRIFIKÁCIE DCD
(DIKYÁNDIAMID)
A TZ (TRIAZOL)
V POMERE 10:1 – HNOJIVO ES.
ZELENÝ, POVRCHOVO
UPRAVENÝ GRANULÁT.**



www.duslo.sk



obsah

contents

Peter Kovár, Ľuboš Vozár, Peter Hric, Petra Verešová

Vplyv hnojív na báze polysulfidov na zdravotný stav trávnikového porastu lipnice lúčnej (<i>Poa pratensis</i> L.).....	3
The influence of polysulfide based fertilizers on the health status of <i>Poa pratensis</i> L. lawn.....	3

Mária Varényiová, Ladislav Ducsay

Vplyv aplikácie hnojiva s inhibítormi nitrifikácie na výšku úrody semena a ekonomickú efektívnosť hnojenia kapusty repkovej pravej (<i>Brassica napus</i> L.).....	8
Effect of application of fertilizer with nitrification inhibitors on yield and economic efficiency of oilseed rape (<i>Brassica napus</i> L.) fertilization.....	8

Eva Candráková, Marek Košecký

Vplyv teplotných a vlhových podmienok na úrodu a kvalitu zrna jačmeňa siateho jarného v konkrétnych podmienkach pestovania.....	12
Influence of temperature and moisture conditions on the yield and grain quality of spring barley under specific conditions of cultivation.....	12

Pavol Slamka, Otto Ložek, Zuzana Rybárová

Efekt lignitu pridaného k hnojívám na úrodu a odber živín pšenicom ozimnou.....	17
Effect of lignite added to fertilizers on yield and uptake of nutrients by winter wheat.....	17

Zuzana Rybárová, Pavol Slamka, Otto Ložek

Vplyv dusíkato-sírnej výživy a inhibítorov nitrifikácie na úrodu a kvalitu zrna jačmeňa siateho ozimného (<i>Hordeum vulgare</i> , L.).....	24
Effect of nitrogen-sulphur nutrition and nitrification inhibitors on the yield and quality of winter barley grain (<i>Hordeum vulgare</i> , L.).....	24

Ľuboš Vozár, Peter Kovár, Peter Hric, Petra Verešová

Uplatnenie polysulfidov vo výžive trávnikov.....	31
Application of polysulphides in lawn nutrition.....	31

Ivan Holúbek, Marián Miko, Andrea Boháčiková, Rudolf Holúbek, Tomáš Rábek

Produkčný a ekonomický potenciál údolných lúk v podmienkach klimatických zmien.....	37
Production and economic potential of valley meadows under climatic changes.....	37

Peter Kováčik

Uplatnenie vinázy, odpadu z výroby alkoholu, v poľnohospodárstve.....	44
Use of Vinasse, Alcohol Waste, in Agriculture.....	44

