

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



# AGRO

chémia | chemistry

volume XX. (56)

2016



c h é m i a

vedecký časopis pre racionálne využívanie  
agrochemikálií v poľnohospodárstve



c h e m i s t r y

scientific journal for rational utilization  
of agrochemicals in agriculture

**Ročník XX. (56), číslo 1/2016, vydané 16. 3. 2016**

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](http://www.agrochemia.uniag.sk)

Sadzba: Július Szarka

**ISSN 1335-2415, EV 3392/09**

© SPU Nitra a Duslo, a.s., 2016

**Volume XX. (56), Number 1/2016**

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](http://www.agrochemia.uniag.sk)

Set-type: Július Szarka

**ISSN 1335-2415, EV 3392/09**

© SPU Nitra and Duslo, a. s., 2016

## Dynamika obsahu asimilačných pigmentov trávniku hnojeného rôznymi formami hnojív

## The dynamics of the assimilation pigments content of turf fertilized by various forms of fertilizers

Peter Hric, Ján Jančovič,  
Peter Kovár, Ľuboš Vozár

*The aim of this experiment was to compare dynamics of the assimilation pigments content of turf fertilized by various forms of fertilizers under non-irrigated conditions. The experiment was carried out in warm and dry conditions in area of Nitra. In the experiment we watched 4 variants (1. without fertilization, 2. saltpetre with dolomite, Superphosphate, Potassium salt, 3. slow release fertilizer SRF NPK 14–5–14 (+ 4CaO + 4MgO + 7S), 4. controlled release fertilizer Duslocote NPK (S) 13–9–18 (+ 6S)). Higher concentration of total chlorophyll a + b and total carotenoids reached fertilized variants by fertilizers Saltpetre with dolomite, Superphosphate and Potassium salt. The value of the ratio total chlorophyll a + b and total carotenoids were highest in variants fertilized SRF NPK 14–5–14 (+ 4CaO + 4MgO + 7S) and Duslocote NPK (S) 13–9–18 (+ 6S). This was reflected the resulting dark green coloring of turf. Comparing the species we found that family Festuca L. have a higher content of assimilation pigments such as Lolium perenne L. This finding is statistically significant.*

### turf, fertilizing, chlorophyll, carotenoids

Kvalitu trávnikov nemožno chápať len prostredníctvom produkcie fytohmoty alebo výživnou hodnotou. Kvalita je hodnotená vizuálnymi ukazovateľmi (hustota porastu, textúra, jednotnosť – uniformita, intenzita rastu, farebný odtieň listov) a funkčnými ukazovateľmi (konkurenčná schopnosť, odolnosť proti zašľapávaniu, pevnosť listov, pružnosť, produkcia fytohmoty, regeneračná schopnosť) (15).

Farba, ako jeden z kvalitatívnych ukazovateľov trávnikov, úzko súvisí s koncentráciou zeleného listového farbiva – chlorofylu. Najdôležitejšími pigmentmi sú chlorofyl a (modrozelený) a chlorofyl b (žltozelený). Karotenoidy spolu s chlorofylom sú súčasťou fotosyntetizujúcich organizmov a tvoria vzájomne spätý proces. Biosyntézu asimilačných pigmentov v rastlinách ovplyvňuje celý rad vonkajších i vnútorných faktorov. Okrem genetických faktorov má rozhodujúci účinok svetlo, teplota, výživa a voda (8, 10, 14). Farba listov, ako hlavná zložka pre posúdenie estetickej kvality trávnikov, je často hodnotená pri poľných pokusoch (4).

Rôzne druhy tráv a ich odrody sa odlišujú vo farbe od svetlozelených až po veľmi sýtozelené. Tieto rozdiely sú viditeľné v skorých a neskorých častiach vegetačného obdobia. Žltý vzhľad môže znamenať nutričné nedostatky, choroby, alebo nepriaznivý faktor ovplyvňujúci rast. Tma-

vá farba môže byť prejavom nadmerného hnojenia, alebo vädnutie v skorých fázach niektorých ochorení. (15).

Cieľom experimentu bolo porovnať vplyv hnojív s rôznou rýchlosťou uvoľňovania živín na dynamiku obsahu asimilačných pigmentov trávniku.

## Materiál a metódy

Trávníkový pokus sa realizoval v Demonštračnej a výskumnej báze Katedry trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín FAPZ SPU v Nitre v rokoch 2013 až 2014. Pokusná plocha sa nachádza v miernom klimatickom pásme teplej a suchej oblasti. Priemerná ročná teplota dosahuje 9,7 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 561 mm (2). Priebeh poveternostných podmienok v sledovanom období uvádzame na obr. 1 a 2.

Pôdnym typom je ílovito-hlinitá fluvizem. Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa pred založením porastu uvádzame v tabuľke 1.

Trávník bol založený 4. októbra 2011. Použila sa miešanka určená pre zakladanie nízkych, pomaly rastúcich nezaťažovaných trávnikov s podielom *Lolium perenne* L. (30%), *Festuca rubra* L. (50%) a *Festuca ovina* L. (20%). Veľkosť parcelky bola 2,4 m<sup>2</sup> v 3 opakovaníach. Pri zakladaní porastu bolo použité hnojivo „Starter“ NPK 20–20–8 (25 g·m<sup>-2</sup>). Experiment sa realizoval v bezzávlahových podmienkach.

### V experimente sa sledovali 4 varianty:

1. variant – bez hnojenia (v texte „kontrola“),
2. variant – klasické NPK hnojenie (v texte „NPK“),
3. variant – pomaly pôsobiace hnojivo SRF NPK 14–5–14 (+4CaO + 4MgO + 7S) (v texte „SRF“),
4. variant – obaľované hnojivo Duslocote NPK (S) 13–9–8 (+6S) (v texte „Duslocote“).

Pri stanovení dávky hnojiva základ tvorila odporúčaná dávka 18 g·m<sup>-2</sup> N, čo zodpovedá požiadavkám pre intenzívne využívané trávniky (13).

### Charakteristika použitých hnojív:

- **N** – LAD (27% N s dolomitom),
- **P** – superfosfát (19% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>),
- **K** – draselná soľ (60% K<sub>2</sub>O),

**SRF NPK 14–5–14 (+4CaO + 4MgO + 7S)** je to komplexné NPK hnojivo s obsahom močovino-formaldehýdovej zložky ako zdroja dusíka obohatené o mikroživiny. Časť hlavných NPK živín sa nachádza v rýchlorozpustnej forme.

**Duslocote NPK (S) 13–9–18 (+6S)** je obaľované hnojivo s riadeným uvoľňovaním živín (5–6 mesiacov).

Systém hnojenia uvádzame v tabuľke 2.

Koncentrácia asimilačných pigmentov (chlorofyl a, chlorofyl b a celkové karotenoidy) sa stanovovala spektrofotometricky. Vzorky rastlinného materiálu sa odoberali vždy v poslednej dekáde príslušného mesiaca. Vzorky boli rozdelené na dve skupiny. Jedna skupina bola tvorená listami *Lolium perenne* L. a druhá skupina pozostávala z listov *Festuca rubra* L. a *Festuca ovina* L. Z *Lolium perenne* L. sme náhodne vybrali 3 listy a z *Festuca rubra* a *Festuca ovina* L. 4 listy. Po uložení listov na podložné sklíčko sme prečnievajúce časti odstránili a odmerali šírku listovej plochy. Takto pripravené segmenty listov boli homogenizované v trecej miske s 80%-ným acetónom. Nečistoty boli oddelené centrifugáciou pri 2 500 ot·min<sup>-1</sup> počas 2 minút. Absorbancia supernatantu extraktu listov sa merala spektrofotometrom pri vlnových dĺžkach (λ) 663 nm (chl a), 647

**Tabuľka 1:** Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa  
**Table 1:** Agrochemical properties of soil of the experimental site

| N <sub>t</sub>      | P     | K      | Mg     | Ca       | C <sub>ox</sub>    | pH   |
|---------------------|-------|--------|--------|----------|--------------------|------|
| mg·kg <sup>-1</sup> |       |        |        |          | g·kg <sup>-1</sup> |      |
| 1 823,20            | 58,30 | 336,00 | 541,00 | 6 067,00 | 7,70               | 6,78 |

**Tabuľka 2:** Systém hnojenia  
**Table 2:** System of fertilizing

| Typ hnojiva<br>(počet aplikácií<br>za rok)<br>(1) | Celoročná<br>dávka (g)<br>(2) | Dátum aplikácie (3)              |          |           |                      |                         |                 |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------|-----------|----------------------|-------------------------|-----------------|
|                                                   |                               | začiatok<br>vegetácie (4)        | asi 5.6. | asi 20.6. | polovica júla<br>(5) | polovica<br>augusta (6) | asi 5.9.<br>(7) |
|                                                   |                               | dávka hnojiva na variant (g) (8) |          |           |                      |                         |                 |
| LAD (4x)                                          | 160,00                        | 40,00                            | 40,00    |           | 40,00                |                         | 40,00           |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (1x)                | 130,43                        | 130,43                           |          |           |                      |                         |                 |
| K <sub>2</sub> O (2x)                             | 69,40                         | 34,70                            |          |           | 34,70                |                         |                 |
| SRF (2x)                                          | 308,60                        | 154,30                           |          |           | 154,30               |                         |                 |
| Duslocote (2x)                                    | 332,32                        | 166,16                           |          |           | 166,16               |                         |                 |

(1) type of fertilizer (number of applications per year), (2) yearly dose, (3) date of application, (4) beginning of vegetation, (5) half of July, (6) half of August, (7) half of September, (8) dose of fertilizer to variant

nm (chl *b*) a 470 nm (celkové karotenoidy). Pri vlnovej dĺžke 750 nm sa merala absorbanca nečistôt (proteíny, triesloviny) v supernatante. Hodnota absorbanie roztoku pri 750 nm sa odpočítala od absorbaní pri 663, 647 a 470 nm. Koncentrácia jednotlivých asimilačných pigmentov (mg·l<sup>-1</sup> extraktu) sa vypočítala podľa nasledovných rovníc (6):

- Chl *a* =  $(12,25A_{663} - 2,79A_{647})D$
- Chl *b* =  $(21,50A_{647} - 5,10A_{663})D$

$$\text{Celkové karotenoidy} = [(1\,000A_{470} - 1,82\text{chl } a - 85,02\text{chl } b) / 198]D$$

kde,  $A_{663}$ ,  $A_{647}$  a  $A_{470}$  je absorbanca extraktu pri jednotlivých vlnových dĺžkach (663, 647 a 470 nm) a *D* je hrúbka sprektrofotometrickej kyvety (cm).

Celková koncentrácia chl *a*, chl *b* a celkových karotenoidov v listoch použitých druhov tráv sa prepočítala na mg·m<sup>-2</sup> listovej plochy podľa vzťahu:

$$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} = \text{mg} \cdot \text{l}^{-1} \times K \Rightarrow K \frac{V}{1000} = \frac{1}{A},$$

kde *K* je koeficient prepočtu, *V* je objem vzorky (ml), *A* je listová plocha segmentov (m<sup>2</sup>).

Štatistické hodnotenia sa robili pomocou programu STATISTICA 7.1 complete CZ (12).

## Výsledky a diskusia

Na začiatku hodnoteného obdobia (apríl 2013) bol obsah celkového chlorofylu (*a* + *b*) u mätonohu trvaceho (obr. 3) v rozmedzí od 387,78 (kontrola) do 446,00 mg·m<sup>-2</sup> (SRF). Následne sa jeho koncentrácia zvýšila vo všetkých variantoch, pričom najvyšší obsah bol zaznamenaný v júni v poraste hnojenom NPK (710,64 mg·m<sup>-2</sup>). Tento stúpajúci trend sa nezhoduje s výsledkami autorov (1), ktorí tvrdia, že obsah chlorofylu klesá so zvyšovaním teploty a svetelnej intenzity. V ďalšom období sme pozorovali postupné znižovanie množstva chlorofylu, ale s minimálnymi diferenciami medzi jednotlivými variantmi. V závere roku (december 2013) obsah celkového chlorofylu (*a* + *b*) výrazne

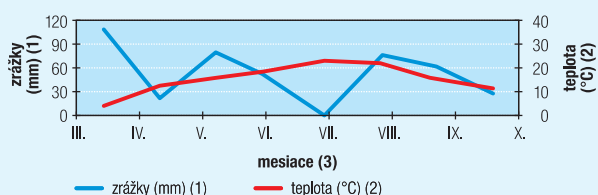
klesol na variante hnojenom NPK (154,98 mg·m<sup>-2</sup>). Pre 1. štvrťrok nasledujúceho roka (2014) bolo charakteristické kolísanie obsahu chlorofylu s miernym zväčšením rozdielov medzi variantmi. Ku koncu hodnoteného obdobia sa koncentrácia celkového chlorofylu zvýšila. Najvýraznejšie zvýšenie sme pozorovali v porastoch hnojených klasickým NPK (550,21 mg·m<sup>-2</sup>) a SRF (501,08 mg·m<sup>-2</sup>). Po počiatčom vzostupe koncentrácie celkového chlorofylu sa zaznamenal jeho postupný pokles. Gaborčík (3) uvádza, že tieto zmeny sú spojené so zmenou v štruktúre a zložení tylakoidných membrán a tiež sú späté s fosforyláciou a fixáciou oxidu uhličitého.

Z dynamiky obsahu celkového chlorofylu (*a* + *b*) v listoch kostráv (obr. 4) vidieť kolísajúci priebeh počas celého sledovaného obdobia v rozpätí od 421,29 mg·m<sup>-2</sup> (kontrolný variant) do 966,08 mg·m<sup>-2</sup> (NPK). Spočiatku sme vo všetkých hodnotených variantoch zaznamenali vyšší obsah celkového chlorofylu v porovnaní s nehnojenou kontrolou, pričom najvyššia koncentrácia tohto pigmentu v listoch kostráv sa dosiahla v porastoch hnojených NPK (507,14 mg·m<sup>-2</sup>). Po miernom poklese v máji 2013 sa koncentrácia chlorofylu postupne zvyšovala a udržala sa až do konca roka. V decembri sme pozorovali pokles hodnoty hodnoteného znaku (154,98 mg·m<sup>-2</sup>, NPK). Na začiatku roka sa opätovne koncentrácia chlorofylu zvýšila, ale následne sa znížila vo februári. V marci sa opäť zvýšil obsah celkového chlorofylu (370,66 mg·m<sup>-2</sup>, Duslocote až 550,21 mg·m<sup>-2</sup>, NPK).

Z hodnôt koncentrácie celkových karotenoidov v listoch mätonohu trvaceho (obr. 5) vidieť, že po počiatčom miernom poklese v roku 2013 sa koncentrácia následne zvýšila (145,93 mg·m<sup>-2</sup>, SRF). Zvýšenie koncentrácie karotenoidov v tomto období zaznamenal vo svojich pokusoch aj Kovár a Gregorová (5). Výnimkou bol porast hnojený Duslocotom, kde množstvo karotenoidov kleslo približne na 104,00 mg·m<sup>-2</sup>. Od polovice vegetačného obdobia sme pozorovali zníženie koncentrácie karotenoidov v listoch mätonohu trvaceho a až do konca hodnoteného obdobia ich koncentrácia dosahovala úroveň do 90 mg·m<sup>-2</sup> s minimálnymi rozdielmi medzi variantmi. Výnimkou bol variant hnojený NPK s najnižšou hodnotou (44,11 mg·m<sup>-2</sup>) v decembri. Začiatkom ďalšej vegetačnej sezóny (marec)

**Obr. 1:** Priemerné mesačné teploty a zrážky za vegetačné obdobie v roku 2013

**Fig. 1:** Average monthly temperature and rainfall in vegetation period in 2013



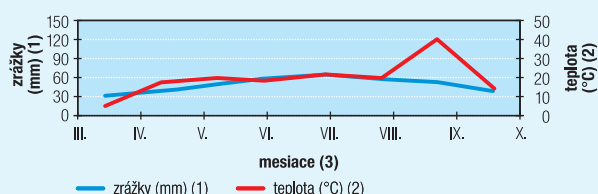
(1) rainfall, (2) temperature, (3) months

zdroj: Katedra biometeorológie a hydrológie, FZKI, SPU

Source: Department of Biometeorology and Hydrology, HLEF SUA in Nitra

**Obr. 2:** Priemerné mesačné teploty a zrážky za vegetačné obdobie v roku 2014

**Fig. 2:** Average monthly temperature and rainfall in vegetation period in 2014



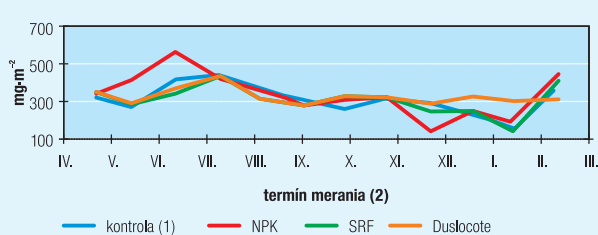
(1) rainfall, (2) temperature, (3) months

zdroj: Katedra biometeorológie a hydrológie, FZKI, SPU

Source: Department of Biometeorology and Hydrology, HLEF SUA in Nitra

**Obr. 3:** Dynamika obsahu celkového chlorofylu (chl a + b,  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) *Lolium perenne* L.

**Fig. 3:** The dynamics of the total chlorophyll content (chl a + b,  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) of *Lolium perenne* L.



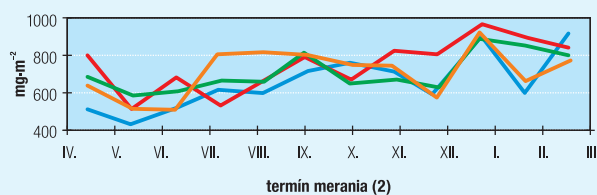
(1) control, (2) term of measurements

sme zistili zvýšenie koncentrácie celkových karotenoidov okrem variantu hnojeného Duslocotom.

V pletivách listov kostráv (obr. 6) v termíne prvého stanovenia asimilačných pigmentov (apríl) sa najvyšším obsahom celkových karotenoidov separoval porast po aplikácii NPK ( $159,80 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ). Naopak, najnižšiu koncentráciu celkových karotenoidov dosiahol porast hnojený Duslocotom ( $118,22 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ). V máji obsah celkových karotenoidov klesol na všetkých variantoch. Následne sa ich koncentrácia zvýšila najvýraznejšie v poraste hnojenom NPK ( $204,42 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ). Ďalší vývoj obsahu celkových karotenoidov mal vo všeobecnosti rastúcu tendenciu. V decembri sme zaznamenali výraznejšie zvýšenie kon-

**Obr. 4:** Dynamika obsahu celkového chlorofylu (chl a + b,  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) *Festuca* L.

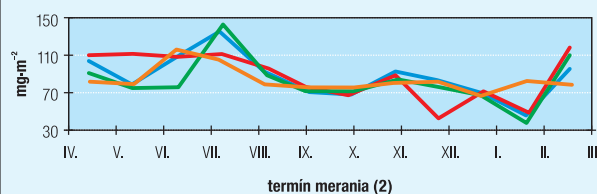
**Fig. 4:** The dynamics of the total chlorophyll content (chl a + b,  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) of *Festuca* L.



(1) control, (2) term of measurements

**Obr. 5:** Dynamika obsahu celkových karotenoidov ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) *Lolium perenne* L.

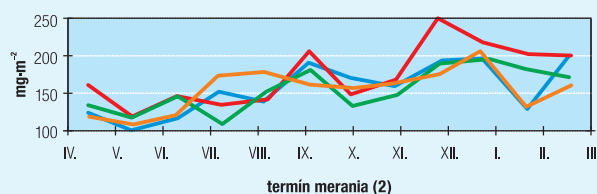
**Fig. 5:** The dynamics of the total carotenoids content ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) of *Lolium perenne* L.



(1) control, (2) term of measurements

**Obr. 6:** Dynamika obsahu celkových karotenoidov ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) *Festuca* L.

**Fig. 6:** The dynamics of the total carotenoids content ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) of *Festuca* L.



(1) control, (2) term of measurements

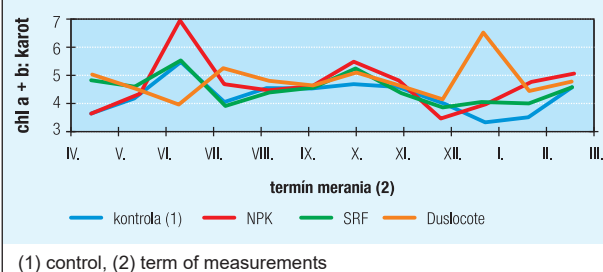
centrácie celkových karotenoidov ( $248,68 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ , NPK). V nasledujúcom období sme zistili pokles obsahu celkových karotenoidov s ich prechodným výraznejším znížením vo februári.

Pomer obsahu celkového chlorofylu k celkovým karotenoidom (chl a + b : karot) sa podieľa na výslednom odtieni, kedy dochádza k rozdielnej rýchlosti syntézy a rozkladu jednotlivých asimilačných pigmentov. Napríklad, vyšší pomer značí, že listy boli vystavené zvýšenému slnečnému žiareniu a nižší pomer zase naopak (6).

V termíne prvého hodnotenia bol pomer obsahu celkového chlorofylu k celkovým karotenoidom u mätonohu trvácneho (obr. 7) v rozmedzí od 3,67 (nehnojená kontrola) do 5,02 (Duslocote). V máji sa tento pomer zvýšil na nehnojenom poraste a na variante hnojenom NPK. Zvýšenie uvedeného pomeru sme zaznamenali v júni na všetkých variantoch s výnimkou variantu hnojeného Duslocotom.

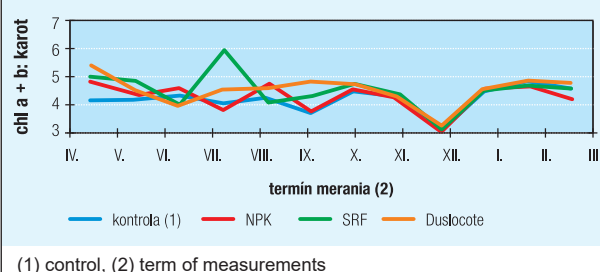


**Obr. 7:** Dynamika hodnôt pomeru obsahu celkového chlorofylu k celkovým karotenoidom ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) *Lolium perenne* L.  
**Fig. 7:** The dynamics of ratio values of the total chlorophyll content to total carotenoids ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) of *Lolium perenne* L.



(1) control, (2) term of measurements

**Obr. 8:** Dynamika hodnôt pomeru obsahu celkového chlorofylu k celkovým karotenoidom ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) *Festuca* L.  
**Fig. 8:** The dynamics of ratio values of the total chlorophyll content to total carotenoids ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) of *Festuca* L.



(1) control, (2) term of measurements

**Tabuľka 3:** Priemerné hodnoty sledovaných ukazovateľov  
**Table 3:** The average values of monitored indicators

| Druh / variant | Koncentrácia celkového chlorofylu $a + b$ ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) |                                  | Koncentrácia celkových karotenoidov ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) |                                  | $Chl a + b$ : celkové karotenoidy |                                  |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                | mätonoh trváci                                                                | kostrava červená +kostrava ovčia | mätonoh trváci                                                          | kostrava červená +kostrava ovčia | mätonoh trváci                    | kostrava červená +kostrava ovčia |
| kontrola       | 367,57 <sup>a*</sup>                                                          | 653,13 <sup>a</sup>              | 86,12 <sup>a</sup>                                                      | 152,66 <sup>a</sup>              | 4,31 <sup>a</sup>                 | 4,26 <sup>a</sup>                |
| NPK            | 408,87 <sup>a</sup>                                                           | 744,19 <sup>a</sup>              | 87,16 <sup>a</sup>                                                      | 169,17 <sup>a</sup>              | 4,64 <sup>a</sup>                 | 4,36 <sup>a</sup>                |
| SRF            | 375,54 <sup>a</sup>                                                           | 706,78 <sup>a</sup>              | 83,87 <sup>a</sup>                                                      | 151,54 <sup>a</sup>              | 4,66 <sup>a</sup>                 | 4,64 <sup>a</sup>                |
| Duslocote      | 395,21 <sup>a</sup>                                                           | 703,84 <sup>a</sup>              | 83,70 <sup>a</sup>                                                      | 150,93 <sup>a</sup>              | 4,81 <sup>a</sup>                 | 4,59 <sup>a</sup>                |
| <b>Priemer</b> | <b>386,80<sup>A*</sup></b>                                                    | <b>702,00<sup>B</sup></b>        | <b>85,09<sup>A</sup></b>                                                | <b>156,08<sup>B</sup></b>        | <b>4,61<sup>A</sup></b>           | <b>4,46<sup>A</sup></b>          |

\* Different index (a, b) means statistically significant differences within column on variants and different index (A, B) means statistically significant differences within column between species (Fisher's test;  $\alpha = 0.05$ ).

V ďalšom období sme pozorovali všeobecne stúpajúcu tendenciu hodnôt tohto ukazovateľa. Od októbra sa znížil pomer obsahu celkového chlorofylu k celkovým karotenoidom. V januári sa pomer  $chl a + b : karot$  zvýšil vo všetkých porastoch s výnimkou nehnojenej kontroly. Najvýraznejší vzostup sme namerali na poraste hnojenom Duslocote (6,51). Záver hodnoteného obdobia bol charakteristický zvýšením pomeru celkového chlorofylu k celkovým karotenoidom.

U kostráv v termíne prvého stanovenia asimilačných pigmentov (apríl) bol pomer celkového chlorofylu k celkovým karotenoidom (obr. 8) v rozmedzí od 4,21 (nehnojená kontrola) do 5,37 (Duslocote), ale v máji tento pomer klesol. Zvýšenie tohto pomeru sme zaznamenali v júni na kontrolnom variante a v porastoch hnojených NPK. V období do októbra sme pozorovali všeobecne mierne zvyšovanie pomeru. V decembri výrazne klesol pomer celkového chlorofylu k celkovým karotenoidom na všetkých variantoch. Začiatkom nasledujúceho roku (2014) sa zvýšil a tento trend trval až do konca sledovaného obdobia.

Zo štatistického porovnania vyplýva, že medzi sledovanými variantmi sa zaznamenali nepreukazné rozdiely v obsahu asimilačných pigmentov a ich vzájomného pomeru (tabuľka 3). Porovnanie druhov avšak ukázalo preukazné rozdiely. Z hodnôt v tabuľke 3 rezultuje, že v pletivách listov kostráv bol vyšší obsah chlorofylu i karotenoidov, čo by mohlo byť na jednej strane spôsobené geneticky prirodzenou farbou druhov a na strane druhej lepším využitím dodaných živín (11). Podľa Liu a Huang (7) vyšší obsah chlorofylu pri vodnom a tepelnom strese je považovaný za indikátor suchovzdornosti. Pri trávnikových odrodách nie je dôležitým kritériom dosahovať vysoké úrody nadzemnej fytohmoty v období sucha, ale rozhodujúcim ukazovateľom je výsledný vzhľad trávnikov v období bez zrážok (9).

## Záver

Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že použité hnojivá pozitívne ovplyvnili koncentráciu celkového chlorofylu hodnotených trávnych druhov. Štatisticky pozitívne sa potvrdil vyšší obsah asimilačných pigmentov u kostráv ako u mätonohu trváceho. V prípade celkových karotenoidov sa pozitívny účinok prejavil len na poraste hnojenom liadkom, superfosfátom a draselnou soľou. Hodnoty pomeru celkového chlorofylu a celkových karotenoidov boli najvyššie na variantoch hnojených SRF NPK 14–5–14 (+4CaO +4MgO +7S) a Duslocote NPK (S) 13–9–8 (+6S), čo sa prejavilo na výslednom sýtozelenom sfarbení trávnik.

## Literatúra

- (1) AL-MANAE, F. A – EL-KIEY, T. – AL-KHALIFAH, N. 1993. Evaluation of some species of warm-season turfgrasses in Riyadh Region. In Agri Science, vol. 5, no. 2, 1993, p. 191 – 205.
- (2) BABOŠOVÁ, M. – NOSKOVIČ, J. 2014. Kvalita atmosférických zrážok v oblasti mesta Nitra–Dolná Malanta. SPU: Nitra. 65 s. ISBN 978–80–552–1177–0.
- (3) GÁBORČÍK, N. 1995. Variabilita koncentrácie chlorofylu v trávach a jeho význam v produkcii a kvalite trávnej hmoty: docentská habilitačná práca, Banská Bystrica, 1995, 113 s.
- (4) KARCHER, E. – RICHARDSON, M. 2003. Quantifying turfgrass color using digital image analysis. In Crop Science Society of America, vol. 43, no. 3, p. 943–951.
- (5) KOVÁR, P. – GREGOROVÁ, H. 2009. Dopad vodného stresu na obsah asimilačných pigmentov trávnikových druhov tráv pestovaných v bezzávlahových podmienkach. In Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin (Sborník příspěvků), 2009, s. 99.
- (6) LICHTENTALER, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. In Method in Enzymology, no. 148, 1987, p. 350 – 382.
- (7) LIU, X. – HUANG, B. 2000. Heat stress injury of creeping bentgrass in relation to membrane lipid peroxidation. In Crop

Science, no. 40, 2000, p. 503–510.

(8) MASAROVÍČOVÁ, E. – WELSCHEN, R. – LUX, A. – LAMBERS, H. – ARGALÁŠOVÁ, K. – BRANDŠTEPEROVÁ, E. – ČA-NIOVÁ, A. 2000. Photosynthesis, biomass partitioning and peroxisomic A1 production of *Karwinska* species in response to nitrogen supply. In *Physiology Plant*, 2000, no. 108, p. 300–306.

(9) NAŠINEC, I. 2009. Problematika testování suchovzdornosti trav. In *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin* 2009 (sborník příspěvků), Praha: FAPPZ, ČZU v Praze, 2009, s. 86–87. ISBN 978–80–213–1874–8.

(10) OTEVŘEL, R. – STRAKA, J. – PŘIBYL, M. 2006. Stavíme trávníky. Brno: ERA group spol. s.r.o., 2006, 94 s.

(11) PESSARAKLI, M. 2008. Handbook of turfgrass management and physiology. CRC Press: Boca Raton, 2008, p. 629–634.

(12) STATISTICA program/documentation: Stat Soft. Inc. (2007). STATISTICA (data analysis software system). Version 7,1. www.statsoft.cz.

(13) SVOBODOVÁ, M. 2004. Trávník. Praha: Grada Publishing a.s., 2004, 88 s. ISBN 80–247–0971–1.

(14) ŠVIHRA, J. a kol. 1989. Fyziologie rostlin. Bratislava: Príroda, 1989, 343 s. ISBN 80–07–00049–6.

(15) TURGEON, A. J. 2002. Turfgrass management. 6th edition. New Jersey: Prentice Hall Upper Saddle River, 2002, 400 p. ISBN 0–13–027–823–8.

Ing. Peter Hric, 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.Hric@uniag.sk

Príspevok vznikol za podpory grantu VEGA 1/0687/14.

## Vplyv vermivýluhu obohateného o močovinu na tvorbu úrody kapusty obyčajnej kalerábovej (*Brassica oleracea* conv. *gongylodes*)

### Effect of vermicompost enriched with urea on the yield of kohlrabi

Peter Kováčik, Pavol Slamka

*The aim of here presented experiment was to answer the following question: „What concentration of water vermicompost enriched by urea (235 kg per 1000 l of extract) will cause formation of necrosis (scorching) on the leaves of kohlrabi, and how different doses of tested fertilizer influence yield of aboveground phytomass of kohlrabi?“ Achieved results showed that applied N – vermifertilizer (N – VH) containing 9,76% N did not cause scorching of kohlrabi leaves in no case when it was applied (with or without detergent) at the rate of 10 to 200 l·ha<sup>-1</sup> diluted with water in ratio of 1:4 to 1:19 reaching concentration of 5 to 20% in three different application terms. Total doses of N at the level of 60 to 320 l·ha<sup>-1</sup> showed a tendency to increase yield of bulbs and whole aboveground phytomass as well. The highest yield of bulbs as well as aboveground phytomass was formed in treatment where the lowest amount of N – VH (60 l·ha<sup>-1</sup>) at the lowest concentration (dilution 1:14) was applied in three partial applications. There was confirmed the knowledge that if the dose of N is slightly over optimum, starting depressive effect of this dose on phytomass formation can not only be later lost but can even lead to increased yield. Application of N – VH decreased content of vitamine C in bulbs of kohlrabi, but there was not found out significant correlation between the dose of fertilizer and content of vitamine C. Slower growing, later harvested and consequently also smaller bulbs had higher content of vitamine C than faster growing, earlier harvesting and bigger bulbs. Horizontal mean of bulb (size*

*of bulb) was not affected by N – VH application. Increasing dose of fertilizer and its concentration showed a tendency to reduce content of dry matter in bulbs of kohlrabi.*

**vermicompost, vermicompost, fertlizer, kohlrabi**

Účinky „tekutých kompostov“ t.j. vodných a v niektorých prípadoch i hydroxidových výluhov z vermikompostov na rastliny sú študované už desiatky rokov (1, 2, 8, 15). Za dané obdobie sa získali výsledky kladné i záporné. Za hlavnú príčinu záporných výsledkov sa považuje skutočnosť, že vermikomposty sú vyrábané viacerými technologickými postupmi z rôznych látok, v dôsledku čoho sa do výluhov dostávajú a niekedy sa i tvoria aj nežiaduce zlúčeniny s inhibičnými až toxickými účinkami na rastliny. Ďalšou z príčin zaznamenávania nielen kladných, ale aj záporných účinkov vermivýluhov na rastlinu je aj technologický postup výroby a skladovania výluhov. Viaceré anaeróbne (neprevzdušňované) vermivýluhy mierne znižujú úrodu rastlín a aeróbne (prevzdušňované) zvyšujú (20). Naopak, (18) uvádzajú rad protichodných zistení o tom, ktorý z vermivýluhov je lepší, či prevzdušnený, resp. neprevzdušnený, pričom vlastné pozorovania zhrňujú do záveru, že aerácia kompostov nie je nevyhnutná na podporu rastu rastlín pri výluhoch získaných dostatočnou dobou lúhovania. Zaznamenané rozdielnosti v účinnosti vermivýluhov súvisia i so skutočnosťou, že komerčné vermivýluhy sú výrobcami obohatované o rôzne živiny, o ich rôzne množstvá (10, 5), resp. že do niektorých sú pridávané i rôzne zmäčadlá (6).

Ďalšou príčinou je fakt, že vo vermivýluhoch sa nachádzajú rôzne množstvá regulátorov rastu (auxíny, giberelíny a citokiníny). Keďže auxíny sa uplatňujú hlavne v predĺžovacej fáze rastu nadzemnej fyto-masy, cytokiníny potláčajú apikálnu dominanciu, spomaľujú starnutie a giberelíny podporujú predĺžovací rast nadzemných častí rastliny, je zrejme, že termín použitia a dávka vermivýluhu by mala závisieť od obsahov daných stimulátorov rastu, pretože použitie v nesprávnej rastovej fáze nielen že neprinesie očakávaný efekt, ale môže mať i negatívne účinky. Racionálne použitie vermivýluhov si teda vyžaduje mať dostatok informácií o ich zložení, o ich kvalite (14).

Ako už bolo uvedené, účinnosť listovej výživy všetkých hnojív je závislá i na koncentrácii a dávke aplikačného roztoku. Pri makroelementoch by koncentrácia nemala prevyšovať 2%. Výnimkou je močovina, kde koncentrácia roztoku môže byť pri niektorých poľných plodinách 10% i viac (13).

Niektorí výrobcovia rôznych typov vermivýluhových hnojív odporúčajú aplikovať kvapalné vermihnojivá v dávkach 10–20 litrov na hektár pri riedení 1:24, prípadne ešte pri väčšom riedení majú obavu, že použitie koncentrovanejšieho ako 4% roztoku môže spôsobiť poškodenie niektorých poľných, no najmä záhradných plodín, argumentujúc poznatkami (3 a 9), odporúčajúcich pri foliárnej výžive zelenín nepresahovať 1% koncentráciu hnojivového roztoku. Keďže mnohé kvapalné hnojivá majú nízky obsah solí, ich podiel v konečnom postrekovom roztoku by mohol byť vyšší ako 1%. Z toho dôvodu cieľom prezentovaného pokusu bolo dať odpoveď na otázky: 1. aká koncentrácia vodného vermivýluhu obohateného o močovinu v množstve 235 kg v 1 000 l výluhu spôsobuje na rastlinách kapusty kalerábovej tvorbu nekroz (popálenín); 2. ako vplývajú rôzne dávky testovaného hnojiva na úrodu nadzemnej fytomasy kapusty kalerábovej.

## Materiál a metodika

Vplyv vermivýluhu obohateného o močovinu na tvorbu úrody kapusty obľúbenej kalerábovej (*Brassica oleracea* conv. *gongylodes*) bol zisťovaný v poľnom maloparcelovom pokuse realizovanom v areáli Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre (48° 18' S, 18° 06' V) na fluvizemi kultizemnej. Jej agrochemické parametre vo vrstve pôdy 0,0 – 0,3 m uvádza tabuľka 1. K stanoveniu predmetných parametrov pôdy boli použité nasledovné analytické metódy: N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – kolorimetricky pomocou Nessle-rovho činidla a N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – kolorimetricky pomocou kyseliny fenol 2,4-disulfónovej, pričom výluh z pôdy bol získaný za pomoci vodného roztoku 1% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. N<sub>an</sub> = N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. P – kolorimetricky [Mehlich III – (17)]. K a Ca – plameňovou fotometriou [Mehlich III – (17)]. Mg – atómovou absorpčnou spektrofotometriou [Mehlich III – (17)]. Cox – oxidometricky (19). S – spektrofotometricky (výluh v octane amónnom). pH/KCl – potenciometricky vo výluhu 1,0 mol·dm<sup>-3</sup> KCl (4).

V pokuse testovaný vermikompostový výluh sa získal po dvojdielnom aeróbnom premiešaní zmesi vermikompostu s pitnou vodou, pričom pomer medzi kompostom a vodou bol 1:10. Následne sa zmes nechala 24 hodín sedimentovať. Po sedimentácii pevných častíc sa vrchná, tekutá časť zliala (dekantovala) a opäť sa prevzdušňovala. Parametre získaného vermivýluhu uvádza tabuľka 2. Následne sa do takto vyrobeného vermivýluhu pridalo 235 kg močoviny na 1 000 litrov výluhu, čím vzniklo N-vermihnojivo (N-VH) s obsahom 9,76% N.

K výrobe vermivýluhu bol použitý vermikompost vyrobený z kompostu pozostávajúceho z kravského hnoja (cca 50%), ovčieho hnoja (cca 10%), zelenej trávy (cca 10%) a drevnej štiepky (30%) fermentovaného 3–4 mesiace. Po uvedenej dobe bola k celému objemu kompostu pridaná 1/3 staršieho vermikompostu obsahujúca dážďovky i kokóny dážďoviek. Novovznikajúci vermikompost bol presunutý do dobre vetrateľných hál a navrstvený na výšku 30 cm. Tam za spoluúčasti dážďoviek fermentoval 120 dní, pričom dážďovky boli dokrmované rozpučeným ovocím a zeleninou v celkovom množstve 400 kg krmiva za mesiac na tonu kompostu.

Pokus bol založený so 7 variantmi pri trojnásobnom opakovaní. Z tabuľky 3 je zrejmé, že testované N-vermihnojivo bolo aplikované v troch termínoch, v dávkach 10 až 200 l·ha<sup>-1</sup> vo forme vodných roztokov, v ktorých pomer vody k hnojivu varíroval v intervale 19:1 až 4:1, čo znamená, že

koncentrácia testovaného hnojiva varírovala v intervale 5 až 20%. Keďže cieľom bolo zistiť možné nežiaduce účinky N-vermihnojiva, jeho aplikácia bola zámerne vykonávaná medzi jedenástou a štrnástou hodinou. Pri prvých dvoch postrekoch nebolo použité zmáčadlo. V treťom sa pri aplikácii hnojiva použilo organosilikónové zmáčadlo Silwet L – 77.

Predpestované 20 dňové jedince kapusty obľúbenej kalerábovej odrody Konmar F1 boli vysadené do fluvizemy kultizemnej 31. júla v spone 25 cm x 30 cm. Medzi opakovaniami bol 1,00 metrový pás a medzi variantmi 0,75 metrový pás. Celkovo na poličku o rozmere 1,5 x 1,75 = 2,625 m<sup>2</sup> bolo vysadených 35 jedincov, čo značí, že na jeden kaleráb pripadalo 750 cm<sup>2</sup>, čo je 30 x 25 cm. Zber kalerábu bol vykonaný v dvoch termínoch. 3. a 17. októbra, t.j. po realizácii všetkých troch postrekov N-vermihnojiva. V oboch zberoch sa zberalo 10 najväčších jedincov. Každý jedinec bol vážený. Zisťovala sa hmotnosť nadzemnej fytomasy, hmotnosť buliev a hmotnosť listov. V bulvách sa zisťoval obsah vitamínu C titračne pomocou 2,6 dichlórfenolindofenolu a percento sušiny vázkovo.

## Výsledky a diskusia

Z realizácie prvej aplikácie N-vermihnojiva dávkovaného v dvoch dávkach (10 a 20 l·ha<sup>-1</sup>) pri troch riedeniach (20%; 10%; 5% – tab. 3) bolo zrejmé, že v dôsledku silnej voskovej vrstvy na liste kalerábu spôsobujúcej, že na povrchu listu sa zadržalo len malé množstvo hnojiva (asi 15%), nemohlo dôjsť a ani nedošlo k poškodeniu listov popálením ani pri 20% koncentrácii hnojiva. Z toho dôvodu došlo pri druhej aplikácii N-vermihnojiva k zmene aplikačnej dávky hnojiva pri zachovaní pomeru medzi vodou a hnojivom, pri zachovaní hodnoty riedenia. Dávky hnojiva sa zvýšili 2,5 až 10,0 násobne. Napriek tomu nedošlo k zaznamenaniu poškodenia listov. Keďže cieľom bolo zistiť či môže po aplikácii N-vermihnojiva dôjsť k poškodeniu pestovaných rastlín, k hnojivu bolo pridané zmáčadlo aby sa zabezpečil lepší kontakt hnojiva s rastlinami. Napriek tomu ani pri dávke 200 l·ha<sup>-1</sup> N-VH aplikovaného pri 20% koncentrácii (riedenie 1:4) sa nezaznamenalo ani minimálne popálenie listov.

Z uvedených zistení vyplýva, že aplikácia vermivýluhu s obsahom takmer 10% N (9,76% – N) pri koncentrácii hnojiva na úrovni 20% a aplikačnej dávke až 200 litrov na hektár nespôsobuje pri pestovaní kapusty kalerábovej a pravdepodobne ani pri ostatných kapustovitých plodinách poškodenie rastlín popálením.

Štatistický vplyv variantov pokusu v jednotlivých zberoch kalerábu na hmotnosť celej nadzemnej fytomasy, hmotnosť a priemer bulvy, obsah vitamínu C a sušiny v bulvách uvádza tabuľka 4. Z nej je zrejmé, že varianty pokusu v oboch zberoch vysoko preukazne ovplyvnili obsah vitamínu C a preukazne hmotnosť nadzemnej fytomasy (bulvy + listy). Hmotnosť buliev bola ovplyvnená len v prvom zbere a hmotnosť sušiny len v druhom zbere. Veľkosť buliev, ich priemer alebo štatisticky významne ovplyvnený v žiadnom zbere.

Z tabuľky 5 je zrejmé, že s výnimkou parametra veľkosť bulvy (priemer bulvy), všetky ostatné parametre boli pri hodnotení parametrov úrody súhrnne za oba zbery vysoko preukazne ovplyvnené variantmi pokusu.

Ako konkrétne ovplyvnili varianty pokusu jednotlivé parametre v jednotlivých zberoch a súhrne, uvádzajú tabuľky 6 a 7. Z nich vyplýva, že v prvom zbere sa najmenšia nadzemná fytomasa vytvorila vo variante 3, v ktorom bola



**Tabuľka 1:** Agrochemické parametre fluvizeme kultizemnej (100% sušina)

**Table 1:** Agrochemical parameters of Haplic Fluvisol (dry matter)

| pHKCl | N <sub>an</sub>     | P     | K     | Ca    | Mg  | S  | C <sub>ox</sub> |
|-------|---------------------|-------|-------|-------|-----|----|-----------------|
|       | mg·kg <sup>-1</sup> |       |       |       |     |    | %               |
| 6,96  | 13,30               | 805,5 | 525,0 | 4 976 | 576 | 45 | 3,75            |

**Tabuľka 2:** Parametre vodného vermivýluhu

**Table 2:** Parameters of water vermi-extract

| N <sub>t</sub> | P <sub>t</sub>     | K <sub>t</sub> | Ca <sub>t</sub> | Mg <sub>t</sub> | HA <sub>t</sub> (1) | FrA <sub>t</sub> (2) | pH   |
|----------------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------|------|
|                | mg·l <sup>-1</sup> |                |                 |                 |                     |                      |      |
| 1 100          | 980                | 6 540          | 508             | 421             | 8 200               | 194                  | 7,02 |

t – celkový (total), (1) – celkové humínové kyseliny (total humic acids), (2) – voľné aminokyseliny (total free amino acids)

**Tabuľka 3:** Varianty pokusu

**Table 3:** Variants of experiment

| Variant (1) |                       | Dátum aplikácie / teplota v °C v čase aplikácie (2) |                     |                    |                |                    |                |                    |                     |
|-------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|---------------------|
|             |                       | 5. IX. / 24                                         |                     | 16. IX. / 22       |                | 28. IX. / 17       |                | spolu (3)          |                     |
|             |                       | dávka hnojiva (4)                                   | riedenie (5)        | dávka hnojiva      | riedenie       | dávka hnojiva      | riedenie       | hnojivo (6)        | dusík (7)           |
| č. (8)      | označenie (9)         | l·ha <sup>-1</sup>                                  | hnojivo : voda (10) | l·ha <sup>-1</sup> | hnojivo : voda | l·ha <sup>-1</sup> | hnojivo : voda | l·ha <sup>-1</sup> | kg·ha <sup>-1</sup> |
| 1           | N <sub>0</sub>        | 0                                                   | 0 : 1               | 0                  | 0 : 1          | 0                  | 0 : 1          | 0                  | 0                   |
| 2           | N <sub>210</sub> 1:4  | 10                                                  | 1 : 4               | 100                | 1 : 4          | 100                | 1 : 4          | 210                | 20,5                |
| 3           | N <sub>420</sub> 1:4  | 20                                                  | 1 : 4               | 200                | 1 : 4          | 200                | 1 : 4          | 420                | 41,0                |
| 4           | N <sub>160</sub> 1:9  | 10                                                  | 1 : 9               | 75                 | 1 : 9          | 75                 | 1 : 9          | 160                | 15,6                |
| 5           | N <sub>320</sub> 1:9  | 20                                                  | 1 : 9               | 150                | 1 : 9          | 150                | 1 : 9          | 320                | 31,2                |
| 6           | N <sub>60</sub> 1:19  | 10                                                  | 1 : 19              | 25                 | 1 : 19         | 25                 | 1 : 19         | 60                 | 5,8                 |
| 7           | N <sub>120</sub> 1:19 | 20                                                  | 1 : 19              | 50                 | 1 : 19         | 50                 | 1 : 19         | 120                | 11,7                |

N – vermivýluh s obsahom N = 9,76% (N-vermi-extract with 9,76% content of N)

(1) treatment, (2) date of application/temperature at the time of application (°C), (3) together, (4) dose of fertilizer, (5) dilution, (6) fertilizer, (7) nitrogen, (8) number, (9) designation

**Tabuľka 4:** Vplyv zdrojov premenlivosti na parametre úrody kapusty kalerábovej v jednotlivých zberoch kalerábu

**Table 4:** The impact of resources of variability on kohlrabi yield parameters at two separate collections

| Zdroj variability (1) | n (2) | Hmotnosť nadzemnej fytohmoty (3) |         | Hmotnosť buľvy (4) |         | Horizontálny priemer buľvy (5) |         | Obsah vitamínu C v buľve (6) |           | Obsah sušiny v buľve (7) |         |
|-----------------------|-------|----------------------------------|---------|--------------------|---------|--------------------------------|---------|------------------------------|-----------|--------------------------|---------|
|                       |       | I. od.                           | II. od. | I. od.             | II. od. | I. od.                         | II. od. | I. od.                       | II. od.   | I. od.                   | II. od. |
|                       |       | F – vypočítané (8)               |         |                    |         |                                |         |                              |           |                          |         |
| Variant               | 6     | 4,169*                           | 4,031*  | 3,138*             | 1,826   | 2,630                          | 0,178   | 1 086,231**                  | 464,527** | 0,374                    | 4,448*  |
| Opakovanie (9)        | 2     | 3,090                            | 1,946   | 0,207              | 1,032   | 0,724                          | 0,280   | 1,452                        | 0,985     | 0,328                    | 2,380   |
| Zvyšok (10)           | 12    |                                  |         |                    |         |                                |         |                              |           |                          |         |
| Celkom (11)           | 20    |                                  |         |                    |         |                                |         |                              |           |                          |         |

(1) resources of variability, (2) n – degrees of freedom, (3) weight of aboveground fytohmoty, (4) weight of bulb, (5) horizontal diameter of bulb, (6) content of vitamin C, (7) dry matter content in bulb, (8) F – calculated, (9) repetition (10) rest, (11) all

**Tabuľka 5:** Vplyv zdrojov premenlivosti na parametre úrody kapusty kalerábovej súhrnne za oba zbory

**Table 5:** The impact of resources of variability on kohlrabi yield parameters at two collections together

| Zdroj variability (1) | n (2) | Hmotnosť nadzemnej fytohmoty (3) |         | Hmotnosť buľvy (4) |         | Horizontálny priemer buľvy (5) |         | Obsah vitamínu C v buľve (6) |         | Obsah sušiny v buľve (7) |         |
|-----------------------|-------|----------------------------------|---------|--------------------|---------|--------------------------------|---------|------------------------------|---------|--------------------------|---------|
|                       |       | I. od.                           | II. od. | I. od.             | II. od. | I. od.                         | II. od. | I. od.                       | II. od. | I. od.                   | II. od. |
|                       |       | F – vypočítané (8)               |         |                    |         |                                |         |                              |         |                          |         |
| Variant               | 6     | 3,877**                          |         | 4,390**            |         | 2,108                          |         | 48,201**                     |         | 2,955*                   |         |
| Odber (9)             | 1     | 25,898**                         |         | 25,093**           |         | 9,103**                        |         | 295,880**                    |         | 15,825**                 |         |
| Opakovanie (10)       | 2     | 1,831                            |         | 0,297              |         | 0,856                          |         | 0,080                        |         | 1,227                    |         |
| Zvyšok (11)           | 32    |                                  |         |                    |         |                                |         |                              |         |                          |         |
| Celkom (12)           | 41    |                                  |         |                    |         |                                |         |                              |         |                          |         |

(1) resources of variability, (2) n – degrees of freedom, (3) weight of aboveground fytohmoty, (4) weight of bulb, (5) horizontal diameter of bulb, (6) content of vitamin C, (7) dry matter content in bulb, (8) F – calculated, (9) collection, (10) repetition (11) rest, (12) all

aplikovaná najväčšia dávka N-vermihnojiva (420 l·ha<sup>-1</sup>) pri najväčšej koncentrácii hnojiva v aplikačnom roztoku (20%). Zistené potvrdzuje poznatok, že nadmerná dávka

hnojív má na tvorbu fytohmoty rastlín depresívny účinok (7). Nadzemná fytohmota vytvorená v ostatných N-vermihnojivom hnojených variantoch bola vyššia ako v kontrol-

**Tabuľka 6:** Vplyv aplikácie N–vermihnojiva na hmotnosť nadzemnej fytohmoty jednej rastliny kapusty kalerábovej (čerstvá hmota)  
**Table 6:** The impact of N–vermifertilizer application on the weight of aboveground phytomass of one kohlrabi plant

| Variant (1)                             |           |                 | Hmotnosť jednej rastliny – nadzemná časť (2) |        |          |        |             |        |
|-----------------------------------------|-----------|-----------------|----------------------------------------------|--------|----------|--------|-------------|--------|
| Dávka hnojiva<br>l·ha <sup>-1</sup> (3) | č.<br>(4) | riedenie<br>(5) | I. zber (6)                                  |        | II. zber |        | priemer (7) |        |
|                                         |           |                 | g                                            | %      | g        | %      | g           | %      |
| 0                                       | 1         | 0 : 1           | 91,58 a                                      | 100,00 | 80,40 a  | 100,00 | 85,99 a     | 100,00 |
| 60                                      | 6         | 1 : 19          | 120,76 c                                     | 131,86 | 94,48 c  | 117,51 | 107,62 c    | 125,15 |
| 120                                     | 7         | 1 : 19          | 104,38 abc                                   | 113,98 | 88,50 bc | 110,07 | 96,44 abc   | 112,15 |
| 160                                     | 4         | 1 : 9           | 99,90 ab                                     | 109,08 | 85,33 ab | 106,13 | 92,62 ab    | 107,71 |
| 210                                     | 2         | 1 : 4           | 116,75 bc                                    | 127,48 | 85,98 ab | 106,94 | 101,37 bc   | 117,86 |
| 320                                     | 5         | 1 : 9           | 96,95 a                                      | 105,86 | 89,85 bc | 111,75 | 93,4 ab     | 108,62 |
| 420                                     | 3         | 1 : 4           | 86,76 a                                      | 94,74  | 86,77 ab | 107,92 | 86,77 a     | 100,91 |
| LSD <sub>0,05</sub>                     |           |                 | 18,940                                       |        | 6,660    |        | 11,317      |        |
| LSD <sub>0,01</sub>                     |           |                 | 26,551                                       |        | 9,337    |        | 15,214      |        |

(1) treatment, (2) weight of one plant – aboveground part, (3) dose of fertilizer, (4) number, (5) dilution, (6) collection, (7) mean

LSD<sub>0,05</sub> – hraničná diferencia na hladine významnosti  $\alpha$  0,05, LSD test – písmeno za číselnou hodnotou zodpovedá štatisticky preukaznému rozdielu na úrovni 95,0%

LSD<sub>0,05</sub> – limit of significant difference at the level  $\alpha$  = 0.05, LSD test – different letter behind a numerical value respond to the statistically significant difference at the level 95.0%

**Tabuľka 7:** Vplyv N–vermihnojiva na hmotnosť kalerábovej bulvy (čerstvá hmota)

**Table 7:** The impact of N–vermifertilizer on the weight of kohlrabi bulb (fresh mass)

| Variant (1)                                |           |                 | Hmotnosť bulvy jednej rastliny (2) |        |          |        |             |        |
|--------------------------------------------|-----------|-----------------|------------------------------------|--------|----------|--------|-------------|--------|
| Dávka hnojiva<br>(l·ha <sup>-1</sup> ) (3) | č.<br>(4) | riedenie<br>(5) | I. zber (6)                        |        | II. zber |        | priemer (7) |        |
|                                            |           |                 | g                                  | %      | g        | %      | g           | %      |
| 0                                          | 1         | 0 : 1           | 62,17 a                            | 100,00 | 53,03 a  | 100,00 | 57,60 a     | 100,00 |
| 60                                         | 6         | 1 : 19          | 86,48 c                            | 139,10 | 61,99 b  | 116,90 | 74,24 c     | 128,89 |
| 120                                        | 7         | 1 : 19          | 68,91 abc                          | 110,84 | 58,55 ab | 110,41 | 63,73 ab    | 110,64 |
| 160                                        | 4         | 1 : 9           | 70,36 abc                          | 113,17 | 61,26 b  | 115,52 | 65,81 ab    | 114,25 |
| 210                                        | 2         | 1 : 4           | 81,69 bc                           | 131,40 | 57,84 ab | 109,07 | 69,77 c     | 121,13 |
| 320                                        | 5         | 1 : 9           | 64,14 ab                           | 103,17 | 59,70 ab | 112,58 | 61,92 ab    | 107,5  |
| 420                                        | 3         | 1 : 4           | 55,74 a                            | 89,66  | 60,08 b  | 113,29 | 57,91 a     | 100,54 |
| LSD <sub>0,05</sub>                        |           |                 | 18,911                             |        | 6,769    |        | 8,374       |        |
| LSD <sub>0,01</sub>                        |           |                 | 26,510                             |        | 9,489    |        | 11,258      |        |

(1) treatment, (2) weight of one kohlrabi bulb, (3) dose of fertilizer, (4) number, (5) dilution, (6) collection, (7) mean

LSD<sub>0,05</sub> – hraničná diferencia na hladine významnosti  $\alpha$  0,05, LSD test – písmeno za číselnou hodnotou zodpovedá štatisticky preukaznému rozdielu na úrovni 95,0%

LSD<sub>0,05</sub> – limit of significant difference at the level  $\alpha$  = 0.05, LSD test – different letter behind a numerical value respond to the statistically significant difference at the level 95.0%

nom variante. Najvyššia hmotnosť nadzemnej fytohmoty sa vytvorila vo variante 6, kde súhrnne za tri aplikácie bola aplikovaná najnižšia dávka N–vermihnojiva (60 l·ha<sup>-1</sup>) pri najväčšom riedení (1 : 19), čo potvrdzuje poznatky (11) uvádzajúceho veľmi dobré účinky veľkého počtu biostimulujúcich hnojív, ak sú aplikované v nízkych koncentráciách. Naopak (6) uvádzajú, že výluhy z vermikompostov obohatené o významné množstvá rastlinných živín môžu po použití v zriedenej forme i znížiť úrodu.

V druhom zbere kalerábu sa taktiež najväčšia hmotnosť celej nadzemnej fytohmoty zaznamenala vo variante 6, t.j. vo variante s najnižšou celkovou dávkou N–vermihnojiva (60 l·ha<sup>-1</sup>) aplikovanou pri najväčšom riedení (1 : 19) v troch jednotlivých dávkach (10, 25 a 25 l·ha<sup>-1</sup>). Rozdiel v hmotnosti oproti nehnojenej kontrole bol taktiež štatisticky vysoko preukazný. Na rozdiel od prvého zberu, v druhom sa vo variante s najväčšou aplikačnou dávkou N–VH zistila vyššia hmotnosť ako v kontrolnom variante, čo potvrdzuje poznatok, že ak je dávka N mierne nad optimom, počiatočný depresívny účinok väčšej dávky N hnojív na rastliny sa v neskoršom období nielenže stráca, ale v závislosti od plodiny môže viesť i k zvýšeniu úrodu (16).

Zo sumárneho hodnotenia vplyvu N–vermihnojiva na nadzemnú fytohmotu kalerábu (tab. 6) vyplýva, že všetky dávky hnojiva aplikované pri rôznych riedeniach pozitívne vplývali na hmotnosť nadzemných častí kalerábu. Daný pozitívny vplyv bol štatisticky preukazný iba v dvoch prípadoch, a to vo variantoch 2 a 6, pričom k najvyššiemu, až 25% zvýšeniu hmotnosti fytohmoty došlo vo variante 6, kde sa aplikovala najnižšia dávka hnojiva pri najväčšom riedení.

Účelom hnojenia kalerábu nie je zvyšovanie hmotnosti celej nadzemnej fytohmoty, ale hmotnosti buliev. V prvom i druhom zbere kalerábu a následne i sumárne (priemerne) za oba zbery, najväčšia hmotnosť buliev sa zaznamenala v tom istom variante v akom sa zaznamenala najväčšia hmotnosť celej nadzemnej fytohmoty (variant 2), pričom rozdiely oproti nehnojenej kontrole boli štatisticky významné (tab. 7). Podobne ako pri hodnotení vplyvu N–vermihnojiva na celú nadzemnú fytohmotu i pri hodnotení vplyvu na hmotnosť buliev sa zistilo, že v priemere za oba zbery sa najnižšia nadzemná fytohmota vytvorila vo variante kde nebol aplikovaný N–VH (var. 1). Takmer identický vplyv variantov výživy na hmotnosť buliev s vplyvom na hmotnosť

**Tabuľka 8:** Vplyv N–vermihnojiva na horizontálny priemer kalerábovej bulvy (čerstvá hmota)**Table 8:** The impact of N–vermifertilizer on the horizontal diameter of kohlrabi bulb (fresh mass)

| Variant (1)                             |        |              | Horizontálny priemer bulvy jednej rastliny (2) |        |          |        |             |        |
|-----------------------------------------|--------|--------------|------------------------------------------------|--------|----------|--------|-------------|--------|
| dávka hnojiva<br>l·ha <sup>-1</sup> (3) | č. (4) | riedenie (5) | I. zber (7)                                    |        | II. zber |        | priemer (7) |        |
|                                         |        |              | mm                                             | %      | mm       | %      | g           | %      |
| 0                                       | 1      | 0 : 1        | 45,97 a                                        | 100,00 | 44,27 a  | 100,00 | 45,12 a     | 100,00 |
| 60                                      | 6      | 1 : 19       | 52,97 ab                                       | 115,23 | 46,63 a  | 105,33 | 49,80 ab    | 100,37 |
| 120                                     | 7      | 1 : 19       | 61,60 b                                        | 134,00 | 45,83 a  | 103,52 | 53,72 b     | 119,06 |
| 160                                     | 4      | 1 : 9        | 48,10 a                                        | 104,63 | 46,27 a  | 104,52 | 47,19 a     | 104,59 |
| 210                                     | 2      | 1 : 4        | 50,23 a                                        | 109,27 | 45,27 a  | 102,26 | 47,75 a     | 105,83 |
| 320                                     | 5      | 1 : 9        | 47,20 a                                        | 102,68 | 45,30 a  | 102,33 | 46,25 a     | 102,50 |
| 420                                     | 3      | 1 : 4        | 45,80 a                                        | 99,63  | 45,37 a  | 102,48 | 45,59 a     | 101,04 |
| LSD <sub>0,05</sub>                     |        |              | 10,645                                         |        | 5,652    |        | 5,943       |        |
| LSD <sub>0,01</sub>                     |        |              | 14,923                                         |        | 7,924    |        | 7,991       |        |

(1) treatment, (2) horizontal diameter of kohlrabi bulb, (3) dose of fertilizer, (4) number, (5) dilution, (6) collection, (7) mean

LSD<sub>0,05</sub> – hraničná diferencia na hladine významnosti  $\alpha$  0,05, LSD test – písmeno za číselnou hodnotou zodpovedá štatisticky preukaznému rozdielu na úrovni 95,0 %LSD<sub>0,05</sub> – limit of significant difference at the level  $\alpha$  = 0.05, LSD test – different letter behind a numerical value respond to the statistically significant difference at the level 95.0%**Tabuľka 9:** Vplyv aplikácie N–vermihnojiva na obsah vitamínu C a obsah sušiny v kalerábovej bulve (čerstvá hmota)**Table 9:** The impact of N–vermifertilizer application on vitamin C and on the dry matter content in kohlrabi bulb (fresh mass)

| Variant (1)         |           |              | Vitamín C (mg·kg <sup>-1</sup> ) (2) |          |             | Sušina (%) (3) |          |          |
|---------------------|-----------|--------------|--------------------------------------|----------|-------------|----------------|----------|----------|
| dávka (4)           | číslo (5) | riedenie (6) | I. zber (7)                          | II. zber | priemer (8) | I. zber        | II. zber | priemer  |
| 0                   | 1         | 0 : 1        | 35,46 g                              | 43,26 e  | 39,36 d     | 8,65 a         | 9,49 bc  | 9,07 bc  |
| 60                  | 6         | 1 : 19       | 29,21 b                              | 35,80 b  | 32,51 a     | 8,72 a         | 9,68 c   | 9,20 c   |
| 120                 | 7         | 1 : 19       | 29,68 c                              | 35,40 b  | 32,54 a     | 8,50 a         | 8,93 ab  | 8,72 ab  |
| 160                 | 4         | 1 : 9        | 27,80 a                              | 34,93 a  | 31,37 a     | 8,73 a         | 8,91 ab  | 8,82 abc |
| 210                 | 2         | 1 : 4        | 35,12 f                              | 38,91 c  | 37,02 c     | 8,58 a         | 8,97 ab  | 8,78 abc |
| 320                 | 5         | 1 : 9        | 33,38 d                              | 35,62 b  | 34,50 b     | 8,36 a         | 8,56 a   | 8,46 a   |
| 420                 | 3         | 1 : 4        | 34,28 e                              | 40,88 d  | 37,58 c     | 8,48 a         | 8,66 a   | 8,57 a   |
| LSD <sub>0,05</sub> |           |              | 0,294                                | 0,467    | 1,261       | 0,683          | 0,601    | 0,435    |
| LSD <sub>0,01</sub> |           |              | 0,412                                | 0,650    | 1,696       | 0,957          | 0,843    | 0,585    |

(1) treatment, (2) vitamin C, (3) dry matter content, (4) dosage, (5) number, (6) dilution, (7) collection, (8) mean

LSD<sub>0,05</sub> – hraničná diferencia na hladine významnosti  $\alpha$  0,05, LSD test – písmeno za číselnou hodnotou zodpovedá štatisticky preukaznému rozdielu na úrovni 95,0 %LSD<sub>0,05</sub> – limit of significant difference at the level  $\alpha$  = 0.05, LSD test – different letter behind a numerical value respond to the statistically significant difference at the level 95.0%

celej nadzemnej fytohmoty je zrejmy aj z hodnoty korelačného koeficienta  $r = 0,9033$  medzi danými hmotnosťami.

Úroda buliev kalerábu sa vplyvom hnojenia v prvom zbere menila vo väčšom intervale  $-10,34\%$  až  $+39,10\%$  ako v druhom zbere  $+9,07\%$  až  $+16,90\%$ , avšak významné rozdiely oproti kontrolnému variantu boli v prvom zbere len v dvoch variantoch (var. 2 a 6) a v druhom zbere v troch (var. 3, 4 a 6). Príčinou zisteného je už okomentovaný počiatkový depresívny účinok väčšej dávky N hnojív na rastliny, ktorý sa v neskoršom období stratil (var. 3 = 420 l·ha<sup>-1</sup> N–VH).

Vplyv foliarnej aplikácie N–vermihnojiva na horizontálny priemer jednej kalerábovej bulvy bol, až na jednu výnimku zaznamenanú v prvom zbere (var. 7), štatisticky nevýznamný (tab. 8). Napriek uvedenému zisteniu, môžeme konštatovať, že aplikácia N–VH mala tendenciu zväčšovať uvedený priemer buliev. Rozdielny vplyv aplikácie N–vermihnojiva na hmotnosť buliev v porovnaní s vplyvom na horizontálnym priemerom naznačuje, že horizontálny priemer buliev je pri tejto odrode výrazná odrodová vlastnosť relatívne málo ovplyvniteľná hnojením.

Najnižšie obsahy sušiny v bulvách kalerábu v oboch zberoch boli zistené vo variantoch s najvyššou aplikácnou dávkou hnojiva (320 a 420 l·ha<sup>-1</sup>), čo korešponduje

s poznatkom (11 a 12) uvádzajúceho, že hnojenie zelenín dusíkom, ale aj foliárne použitie sacharózy viac zvyšuje obsah vody ako obsah sušiny, a to ako v podzemných, tak i nadzemných orgánoch rastlín (tab. 9). Zvyšovanie obsahu vody vo vakuolách a následné znižovanie obsahu sušiny po aplikácii N hnojív „zmäkčilo“ bulvu kalerábu, čo ju urobilo konzumovateľnejšou. Dá sa predpokladať, že po aplikácii N–VH na odrody určené k skladovaniu, by sa zhoršila skladovateľnosť.

Údaje prezentované v tabuľke 9 potvrdzujú všeobecne známy poznatok, že aplikácia dusíkatých hnojív vo väčšine prípadov rezultuje v znížení obsahu vitamínu C a zvýšení obsahov dusičnanov v zeleninách. Štatisticky významne najvyšší obsah vitamínu C sa v oboch zberoch zistil v kontrolnom, dusíkom nehnojenom variante. S rastom aplikácej dávky dusíka zvyčajne, t.j. nie vždy klesá obsah vitamínu C (13). Korelačný koeficient uvedený v tabuľke 10 to plne potvrdzuje. S rastom aplikácej dávky N obsah vitamínu C neklesal. Naopak, i keď štatisticky nevýznamne, ale rástol ( $r = 0,314$ ). Významne kladná závislosť sa zistila medzi obsahom sušiny a obsahom vitamínu C a naopak, čím boli bulvy väčšie, čím mali väčšiu hmotnosť, tým bol obsah vitamínu C nižší.

**Tabuľka 10:** Korelačný koeficient  $r$  vyjadrujúci mieru závislosti medzi obsahom vitamínu C v bulve kalerábu a ostatnými hodnotenými parametrami

**Table 10:** The relationships between vitamin C content in the kohlrabi bulb and other investigated parameters expressed as a correlation coefficient ( $r$ )

| Parameter                    |                                | Korelačný koeficient (1) |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| závislý (2)                  | nezávislý (3)                  | ( $r$ )                  |
| Obsah vitamínu C v bulve (4) | Dávka hnojiva (5)              | +0,3145                  |
| Obsah vitamínu C v bulve     | Hmotnosť bulvy (6)             | -0,5858**                |
| Obsah vitamínu C v bulve     | Horizontálny priemer bulvy (7) | -0,4834**                |
| Obsah vitamínu C v bulve     | Obsah sušiny v bulve (8)       | +0,3554*                 |

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

(1) correlation coefficient, (2) dependent, (3) independent, (4) vitamin C content, (5) dose of fertilizer, (6) weight of bulb, (7) horizontal diameter of bulb, (8) dry matter content in bulb

**Tabuľka 11:** Vplyv koncentrácie použitého hnojiva (nezávisle na aplikačnej dávke hnojiva) na obsah vitamínu C a obsah sušiny v kalerábovej bulve (čerstvá hmota)

**Table 11:** The impact of N-vernifertilizer concentration (self-containedly on applied dosage of fertilizer) on vitamin C and on the dry matter content in kohlrabi bulb (fresh mass)

| Zber (1)            | Hmotnosť jednej rastliny – nadzemná časť (2) | Hmotnosť bulvy jednej rastliny (3) | Horizontálny priemer buliev (4) | Množstvo sušiny v bulve (5) | Obsah vitamínu C v bulve (6) |
|---------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|                     | g                                            |                                    | mm                              | %                           | mg.kg                        |
| I.                  | 102,44 b                                     | 69,93 b                            | 50,27 b                         | 8,57 a                      | 32,13 a                      |
| II.                 | 87,33 a                                      | 58,92 a                            | 45,56 a                         | 9,03 b                      | 37,83 b                      |
| LSD <sub>0,05</sub> | 6,049                                        | 4,476                              | 3,177                           | 0,232                       | 0,674                        |
| LSD <sub>0,01</sub> | 8,132                                        | 6,017                              | 4,271                           | 0,313                       | 0,906                        |

(1) collection, (2) weight of one plant – aboveground part, (3) bulb weight of one plant, (4) horizontal diameter of bulbs, (5) dry matter content in bulb, (6) content of vitamin C

LSD<sub>0,05</sub> – hraničná diferencia na hladine významnosti  $\alpha$  0,05, LSD test – písmeno za číselnou hodnotou zodpovedá štatisticky preukaznému rozdielu na úrovni 95,0 %

LSD<sub>0,05</sub> – limit of significant difference at the level  $\alpha$  = 0.05, LSD test – different letter behind a numerical value respond to the statistically significant difference at the level 95.0%

Hodnotiac vplyv zberu na úrodové parametre buliev kalerábu, nezávisle na dávke N–VH a použitého riedenia sa zistilo, že v druhom zbere bola hmotnosť buliev, ale aj celej nadzemnej fyto-masy menšia v porovnaní s prvým zberom (tab. 11). Rovnako v druhom zbere bol priemer buliev menší ako v prvom zbere, avšak obsah sušiny a najmä obsah vitamínu C bol významne vyšší v druhom zbere. Z uvedeného zistenia vyplýva, že menšie, neskôr zberané bulvy majú vyšší obsah vitamínu C, viacej sušiny ako väčšie, rýchlejšie rastúce bulvy.

## Záver

N–vernifertilizátor obsahujúce 9,76% N, aplikované bez zmáčadla a so zmáčadlom, v dávkach 10 až 200 l·ha<sup>-1</sup> pri riedení s vodou v pomere 1:4 až 1:19, t.j. aplikované v 5 až 20% koncentrácii v troch rôznych termínoch, ani v jednom prípade nespôsobilo popálenie listov kapusty kalerábovej.

Aplikácia N–vernifertilizátora najvýraznejšie ovplyvnila obsah vitamínu C, potom hmotnosť celej nadzemnej fyto-masy a následne hmotnosť bulvy a obsah sušiny v nej. Horizontálny priemer bulvy kalerábu nebol ovplyvnený. Obsah vitamínu C a vo väčšine prípadov aj obsahy sušiny boli aplikáciou N–vernifertilizátora ovplyvnené negatívne, znížili sa. Hmotnosti buliev a celej nadzemnej fyto-masy sa zvýšili.

Preukazne najvyšší obsah vitamínu C sa zistil v kontrolnom, dusíkom nehnojenom variante. Nezistila sa preukazná korelačná závislosť medzi dávkou hnojiva a obsahom vitamínu C.

Pomalšie rastúce, resp. neskôr zberané a následne i menšie bulvy mali vyšší obsah vitamínu C ako rýchlejšie rastúce, skôr zberané a väčšie bulvy.

Celkové dávky N–vernifertilizátora na úrovni 60 až 320 l·ha<sup>-1</sup> mali tendenciu zvyšovať tvorbu nadzemnej fyto-masy. Najvyššia hmotnosť buliev, ale aj celej nadzemnej fyto-masy sa vytvorila v tom variante, v ktorom sa súhrnne troma aplikáciou na list dodalo najnižšie množstvo N–vernifertilizátora (60 l·ha<sup>-1</sup>), pričom hnojivý roztok mal najnižšiu koncentráciu (riedenie 1 : 19).

Potvrdil sa poznatok, že ak je dávka dusíka mierne nad optimom, počiatočný depresívny účinok tejto dávky na tvorbu fyto-masy sa v neskoršom období nielenže môže stratiť, ale môže viesť i k zvýšeniu úrody.

Zvyšujúca sa dávka hnojiva, resp. zvyšujúca sa aplikačná koncentrácia hnojiva mali tendenciu znižovať obsah sušiny v bulve kalerábu.

Hnojenie N–vernifertilizátom neovplyvnilo horizontálny priemer buliev kapusty kalerábovej, odrody Konmar F1.

## Literatúra

- (1) EDWARDS, C. A. 1998. The Use of Earthworms in the Breakdown and Management of Organic Wastes. In: Earthworm Ecology, Edwards, C.A. (Ed.). CRC Press LLC, Boca Raton.
- (2) EDWARDS, C. A. – ARANCON, N. Q. – GREYAK, S. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. BioCycle, vol. 7, Is. 5, 2006, p. 28–31.
- (3) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra a Šaľa: SPU v Nitre a Duslo, a. s. Šaľa. 2000, 442 s. ISBN 80–7137–777–5.
- (4) FIALA, K. – KOBZA, J. – MATÚŠKOVÁ, L. – BREČKOVÁ, V.



- MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČIKOVÁ, G. – BÚRIK, V. – LITAVEC, T. – HOUSKOVÁ, B. – CHROMANIČOVÁ, A. – VÁRADIOVÁ, D. – PECHOVÁ, B. 1999. Závazné metódy rozborov pôd. Bratislava: VÚPOP, s. 142, ISBN 80-85361-55-8.
- (5) GARCÍA-GOMÉZ, R. C. – DENDOOVEN, L. – GUTIÉRREZ-MICELI, F. A. 2008. Vermicomposting leachate (worm tea) as liquid fertilizer for maize (*Zea mays* L.) forage production. *Asian Journal of Plant Sciences*. Vol. 7, 2008, No 4, p. 360 – 367.
- (6) GUTIÉRREZ-MICELI, F. A. – GARCÍA-GÓMEZ, R. C. – RINCÓN, R. R. – ABUD-ARCHILA, M. – OLIVA, L. M. ANGELA. – CRUZ, M. J. G. – DENDOOVEN, L. 2008. Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. *Bioresource Technology*. 99, 2008, p. 6174–6180.
- (7) HLUŠEK, J. – RICHTER, R. – RYANT, P. 2002. Výživa a hnojení záhradných plodín. *Zemědělec, Praha*, 81 s, ISBN 80-902413-5-2.
- (8) HUDEC J. – FRANČÁKOVÁ, H. – MUSILOVÁ J. 2001. Yield and quality of the winter wheat kernel after special organomineral liquid fertilizers application. *Agriculture*, 47 (11):837–849.
- (9) IVANIČ, J. – HAVELKA, – KNOP, K. 1984. Výživa a hnojenie rastlín. Druhé prepracované vydanie. Bratislava a Praha: Príroda – SZN, 1984, 482 s.
- (10) INGHAM, E. R. 2005. The Compost Tea Brewing Manual: Latest Methods and Research. Soil Foodweb Incorporated, Corvallis, Oregon. Fifth Edition. 51. pp.
- (11) KOVÁČIK, P. 1998. Vplyv odplynenej vody a sacharózy na parametre úrody redkovky. *Poľnohospodárstvo* 44, 1998, č. 4, s. 275–286.
- (12) KOVÁČIK, P. 1999. Účinok dusíkatej výživy a listovej aplikácie sacharózy na kvantitatívne a kvalitatívne parametre úrody redkovky. *Poľnohospodárstvo*, 45, 1999, č. 11–12, s. 727–737.
- (13) KOVÁČIK, P. 2014. Princípy a spôsoby výživy rastlín. Nitra : SPU v Nitre. 278 pp. ISBN 978-80-552-1193-0.
- (14) KOVÁČIK, P. – RENČO, M. – ŠIMANSKÝ, V. – HANÁČKO-

- VÁ, E. – WIŚNIEWSKA-KIELIAN, B. 2015 Impact of vermicompost extract application into soil and on plant leaves on maize phytomass formation. In *Journal of Ecological Engineering*, Vol. 16, No. 4, 2015, pp. 143–153.
- (15) LOŽEK – GRÁCOVÁ . 1999. The influence of vermisol on the yield and quality of tomatoes. *Acta-Horticulturae-et-Regio-tecturae*. 2. 17–19.
- (16) MARSCHNER, H. 2005. Mineral nutrition of higher plants. Sec. ed. Elsevier Academic press, London, 889 p. ISBN 0-12-473543-6.
- (17) MEHLICH, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. In *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 15, pp. 1409–1416.
- (18) PANT, A. P. – RADOVICH, T. J. K. – HUE, N. V. – TALCOTT, S. T. – KRENEK, K. A. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *J. Sci Food Agric*. 89, 2009, p. 2383 – 2392.
- (19) TJURIN, I. V. 1966. K metodike analiza deja sravnitel'nogo izučenia sostava počvennogo peregrnoja ili gumusa. In *Questions of origin and fertility of soils*. Moskva: Nauka, 1966. [in Russian].
- (20) WELKE, S. E. 2005. The effect of compost extract on the yield of strawberries and the severity of *Botrytis cinerea*. *Journal of Sustainable Agriculture*. Vol. 25, is. 1, 2005, p. 57 – 68.

prof. Ing. Peter Kováčik, CSc.,  
Katedra agrochémie a výživy rastlín,  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra,  
Peter.Kovacik@uniag.sk

Práca vznikla za podpory  
grantového projektu VEGA č. 1/0704/16

## Vplyv stimulačného účinku humátov vo výžive jačmeňa jarného

### Stimulative effect of humates in spring barley nutrition

Ladislav Varga, Lýdia Koroncziová

The aim of a 1-year plant nutrition experiment was to study the influence of different forms of nitrogen doses on yield and selected parameters of spring barley, variety Signora. In particular, the effect of Glucohumates<sup>TM</sup> fertilizers and their influence on reception and utilization of applied doses of nutrients. Small plot experiment with spring barley was set-up in the area near Sološnica, NW Slovakia. The trial was designed with seven variants in four replications. The highest yield of spring barley ( $6.2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) was reached on the V4 variant, where the dose of applied nitrogen was  $46.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  N. The relative yield increase compared to unfertilized control (V1) represented 87.87%. The lowest yield of barley grain ( $3.3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) was recorded in the unfertilized variant/control. The application of micro granulated fertilizer Microstart G10 had positive effect on crop development in the early stages of its growth. In the second half of the vegetation deficit of N was observed and recorded, which negatively influenced yield ( $4.9$

$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). The relative yield increase of spring barley grain compared to unfertilized control was 48.48%. On variants V5, V6, V7, where Microstart G10 was applied as basic fertilization in full dose ( $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) the increased proportion of high-quality grain was recorded with high statistical significance compared to V2 variant, where traditional mineral NPK fertilizer was applied. None of the studied fertilization variants exceeded the maximum allowed content of 12.5% NL (crude protein), not even the value of 11.5% NL was reached, which is already considered to be critical. The content of NL (crude protein) in all samples of the spring barley var. Signora, was, in general, reaching low values in all variations, ranging from 9.12% to 10.4%.

#### spring barley, nutrition, fertilizers, yield

Jarný jačmeň pre sladovnícke účely je z pohľadu výživy komplikovaná plodina, nakoľko snahou pestovateľov je dosiahnuť vysokú úrodu a zároveň zachovať parametre prvotriednej kvality. Na rozdiel od iných plodín musí výživa splniť požiadavky na dostatočnú kvantitu založených úrodovných prvkov, ale v závere vegetácie nesmie dôjsť k nadmernému nahromadeniu dusíkatých látok v zrne (10). Pre dosiahnutie tohto cieľa je nutné optimalizovať výživu rastlín tak, aby neboli ovplyvnené kvalitatívne parametre (zvýšenie obsahu N látok). Cieľom predkladaného príspevku je posúdenie vplyvu kombinácie NPK hnojiva a kvapalného hnojiva DAM 390 s hnojivami na báze glukohumátov na výšku dosiahnutej úrody zrna jačmeňa jarného odrody Signora ako aj na obsah dusíkatých látok, objemovú hmotnosť a HTZ.

**Tabuľka 1:** Agrochemický rozbor pôdy pred založením pokusu**Table 1:** Agrochemical soil analysis before experiment foundation

| Druh rozboru pôdy    | Obsah živín<br>v mg·kg <sup>-1</sup> | Obsah živín<br>v mg·kg <sup>-1</sup> |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | hĺbka 0,0 – 0,3 m (1)                | hĺbka 0,3 – 0,6 m (2)                |
| N <sub>an</sub>      | 5,0                                  | 10,75                                |
| P                    | 106,3                                | 93,8                                 |
| K                    | 307,5                                | 717,5                                |
| Mg                   | 186                                  | 197                                  |
| Ca                   | 1 780                                | 1 510                                |
| S                    | 2,5                                  | 28,8                                 |
| Zn                   | 2,18                                 | 1,65                                 |
| Fe                   | 77,35                                | 63,98                                |
| Mn                   | 9,46                                 | 7,43                                 |
| Cu                   | 2,36                                 | 2,22                                 |
| pH/KCl               | 5,72                                 | 5,68                                 |
| Obsah humusu v % (3) | 2,14                                 | 1,78                                 |

(1) content of available nutrients (mg·kg<sup>-1</sup>) – depth 0,0 – 0,3 m, (2) content of available nutrients (mg·kg<sup>-1</sup>) – depth 0,3 – 0,6 (3) content of humus (%)

**Tabuľka 2:** Aplikované druhy hnojív na variantoch hnojenia**Table 2:** Fertilizers applied in respective treatments of fertilization

| Variant<br>(1) | Aplikované hnojivá (2) |                        |
|----------------|------------------------|------------------------|
|                | zákl. hnojenie (3)     | produkčné hnojenie (4) |
| 1              | —                      | —                      |
| 2              | NPK                    | DAM 390                |
| 3              | NPK + G10              | DAM 390                |
| 4              | ½ NPK + G10            | DAM 390                |
| 5              | G10                    | DAM 390                |
| 6              | G10                    | DAM 390 + L7           |
| 7              | G10                    | —                      |

(1) treatment, (2) applied fertilizers, (3) essential fertilization, (5) production fertilization

**Tabuľka 3:** Schéma dávok použitých hnojív v pokuse s plodinou jačmeňom jarným**Table 3:** Schedule of nutrient rates for spring barley

| Variant<br>(1) | Dávka hnojiva (2)                           |                                             |                                   |                              |
|----------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
|                | Microstart<br>G10<br>(kg·ha <sup>-1</sup> ) | NPK<br>(15:15:15)<br>(kg·ha <sup>-1</sup> ) | DAM 390<br>(kg·ha <sup>-1</sup> ) | L7<br>(kg·ha <sup>-1</sup> ) |
| 1              | 0                                           | 0                                           | 0                                 | 0                            |
| 2              | 0                                           | 200                                         | 100                               | 0                            |
| 3              | 30                                          | 200                                         | 100                               | 0                            |
| 4              | 30                                          | 100                                         | 100                               | 0                            |
| 5              | 30                                          | 0                                           | 100                               | 0                            |
| 6              | 30                                          | 0                                           | 100                               | 3                            |
| 7              | 30                                          | 0                                           | 0                                 | 0                            |

(1) treatment, (2) dosage of fertilizers

## Materiál a metodika

Maloparcelový pokus s jačmeňom jarným, odrody Signora bol založený na stredne ťažkej pôde v lokalite Sološnica. Pokus mal 7 variantov a štvornásobné opakovanie. Predplodinou bol jačmeň jarný. Príprava pôdy bola vykonaná konvenčne. Parcela bola na jeseň pooraná a na jar

rozrobená pomocou kompaktora. Sejba sa uskutočnila 5. marca 2014 sejačkou Horsh concord o zábere 9 m, ktorou sa aplikoval aj mikrogranulát Microstart G10 (5:13:5) pod päťu. Aplikáciu granulovaných hnojív NPK (15:15:15) sa vykonala rozmetadlom Bogballe so záberom 18 m. Na parcele sme vytýčili 7 variantov o šírke 18 m a dĺžke 50 m. Výmera jednotlivých variantov bola 9 árov a každý variant mal 4 opakovania. Aplikáciu pesticídov a listových hnojív sme vykonali postrekovačom NAPA Mamut so záberom 18 m. Pokusné plochy boli počas vegetácie proti burinám, chorobám a škodcom ošetrované jednotným spôsobom.

Glukohumáty sme použili vo forme mikrogranulovaného hnojiva Microstart G10 a foliárneho hnojiva Rizoflower L7. Mikrogranulát Microstart G10 sa aplikoval sejačkou pod päťu. Hnojenie na jednotlivých variantoch je uvedené v tabuľke č. 2. Aplikácia dusíka sa uskutočnila pred sejbou (rozmetaním) vo forme NPK (15:15:15) hnojiva z proveniencie Duslo Šaľa v dávke 200 kg·ha<sup>-1</sup> (variant 2). Na variante 3 sa k dávke 200 kg·ha<sup>-1</sup> NPK pridal mikrogranulát Microstart G10 v dávke 30 kg·ha<sup>-1</sup>. Na variante 4 sa základná dávka NPK znížila o ½, teda na plochu sa NPK aplikovalo v dávke 100 kg·ha<sup>-1</sup> v kombinácii s mikrogranulátom G10. Vo variantoch 5, 6 a 7 sa ako základné hnojenie použilo len hnojivo Microstart G10. Pred fázou hlavného odnožovania, BBCH 24, (23. 4. 2014) sa na varianty 2, 3, 4, 5 a 6 dodalo 30 kg·ha<sup>-1</sup> N kvapalným hnojivom DAM 390 v dávke 100 kg·ha<sup>-1</sup>. Na variante 6 sa na konci odnožovania (BBCH 29) aplikovalo foliárne hnojivo Rizoflower L7 (N 8%, P2O5 22%, komplex mikro a makroelementov, glukohumínová zložka). Na variant 7 sa kvapalné hnojivo DAM 390 ani foliárne hnojivo Rizoflower L7 neaplikovalo. Schéma aplikovaných druhov hnojív je uvedená v tabuľke č. 2 a schéma použitých dávok hnojív v tabuľke č. 3.

Z agrochemických analýz vyplýva (tab. 1), že pokusné stanovisko malo v hĺbke 0,0–0,3 m slabso kyslú pôdnu reakciu a stredný obsah humusu. Analyzovaná pôdna vzorka mala nízku zásobu anorganického N, Ca, Mn a veľmi nízku zásobu S. Obsah prístupného P, Mg, Zn a Cu bol dobrý. Zistený obsah K a Fe v pôdnej vzorke bol vysoký. V hĺbke 0,3–0,6 m mala pôda slabso kyslú pôdnu reakciu a nízky obsah humusu. Obsah Ca a Mn bol nízky. Obsah Mg, S, Zn, Fe, Cu bol dobrý a obsah K veľmi vysoký.

Odroda 'Signora' je stredne skorá, stredne vysokého typu s veľmi dobrou odolnosťou voči poľehaniu. Vyznačuje sa výborným prispôbením kontinentálnym podmienkam. Má výbornú sladovnícku kvalitu (UKS 8, z 9 bodového hodnotenia, ukazovateľ sladovníckej kvality). Odroda Signora má veľké zrna (HTZ 46,3 g), podiel zrna nad sitom 2,5 mm je veľmi dobrý (16).

## Výsledky a diskusia

Priebeh poveternostných podmienok v roku 2014 bol pre rast a vývin jarného jačmeňa optimálny. Sejba sa realizovala včas a rozdelenie zrások bolo priaznivé. Termín sejby je dôležitý nakoľko jarný jačmeň je rastlina dlhého svetelného dňa. Skôr zasiat jačmeň prechádzajú dlhší čas svetelným štádiom, formuje sa dlhšie klasové vreteno, čo pozitívne vplyva na výšku úrody. Pri nedostatku svetla sa tvoria dlhšie a slabšie etiolované internódia stebľa, čím jačmeň skôr poľeha (2). Vzhľadom na krátke vegetačné obdobie sú ďalšími faktormi rozhodujúcimi o výške úrody a kvality zrna dostatok vlahy a hodnoty teploty v priebehu vegetačného obdobia, a to najmä v období vzhádzania, klasenia a nalievania zrna (5). Úroda zrna jačmeňa jar-

ného v poloprevádzkovom poľnom pokuse podľa jednotlivých variantov hnojenia sú uvedené v tab. 5.

Dusík je najčastejší limitujúci faktor produkcie. Dusík prijatý z hnojív alebo z pôdy sa jednoznačne uplatňuje pri formovaní kvantity a kvality úrody a tým výrazne zasahuje do ekonomiky pestovania jačmeňa jarného. Určenie optimálnej dávky je pomerne zložitá vzhľadom na komplikovaný vzťah v systéme pôda – mikroorganizmy – rastliny, ako aj v závislosti od použitej odrody a priebehu počasia v pestovateľskej oblasti. Jeho nízke dávky spôsobujú pokles úrod, rastliny sú slabo vyvinuté, skrakuje sa vegetačné obdobie a dozrievajú skôr, zhoršuje sa nalievanie zrna a tým sa znižuje jeho hmotnosť (1, 8). Hnojenie v nevhodnom čase má za následok bujný rast a s ním spojené ďalšie negatívne javy uplatňujúce sa v poraste. Zvýšené hnojenie dusíkom, najmä vo vlhkých ročníkoch vplyva na termín a intenzitu poľahnutia, a tým aj na zníženie úrod i zhoršenie kvality produkcie. V suchých oblastiach môžu veľmi vysoké dávky dusíka podporiť vegetatívny rast jačmeňa na začiatku vegetácie, čím sa vyčerpá zásoba vody z pôdy, ktorá potom chýba pri tvorbe zrna a to môže mať negatívny vplyv na výšku úrody. Záleží aj na pomere dusíka k fosforu a draslíku, aby sa jeho prebytok ani v jednom rastovom období neprejavoval nepriaznivo (7).

Dávka dusíka pri základnom hnojení sa pohybovala od 1,5 kg·ha<sup>-1</sup>, (na variantoch 5, 6, 7) až po dávku 31,5 kg·ha<sup>-1</sup> (variant 3). Dosiahnutá úroda zrna jarného jačmeňa odrody Signora na sledovaných výživárskych variantoch sa pohybovala v rozpätí od 3,3 t·ha<sup>-1</sup> (variant 1) až po 6,20 t·ha<sup>-1</sup> (variant 4). Dosiahnutá úroda v pestovateľskom roku 2014 v priemere za všetky varianty výživy predstavuje hodnotu 5,36 t·ha<sup>-1</sup>.

Štatisticky preukazne najnižšia úroda zrna jarného jačmeňa vo výživárskom pokuse v roku 2014 sa dosiahla na kontrolnom variante 1 (3,3 t·ha<sup>-1</sup>). Samostatné minerálne hnojenie na variante 2 štatisticky preukazne zvýšilo úrodu zrna v porovnaní s nehnojeným variantom. Uvedený výsledok potvrdzuje význam priemyselných hnojív v rastlinnej výrobe. Spoločná aplikácia NPK hnojiva s glukohumátom (Microstart G10) sa prejavila pozitívne. Vplyvom kombinácie plnej dávky NPK hnojiva s mikrogranulátom Microstart G10 na variante 3 sa úroda zrna jačmeňa jarného oproti variantu 2 nepreukazne zvýšila o 3,8%. Na variante 4 bola dosiahnutá najvyššia úroda zrna jarného jačmeňa zo všetkých pokusných variantov, aj keď toto zvýšenie úrody nebolo preukazné. Na variante 4 sme dávku NPK hnojiva znížili o ½ a mikrogranulát Microstart G10 aplikovali pod päť v odporúčanej dávke 30 kg·ha<sup>-1</sup>. Zaznamenali sme zvýšenie úrody o 7,08% v porovnaní s variantom 2 a o takmer o 88% v porovnaní s variantom 1. Sóló aplikácia glukohumátov vo forme Microstartu G10 pri základnom hnojení na variante 7 spôsobila štatisticky preukazné zvýšenie úrody v porovnaní s kontrolným variantom o 1,6 t·ha<sup>-1</sup>, čo v relatívnych percentách činí 48,5%. Porast bol dostatočne odnožený, ale vplyvom nedostatku dusíka v druhej polovici vegetácie bola dosiahnutá relatívne nízka úroda (4,9 t·ha<sup>-1</sup>). Na variante 5 s aplikovanou základnou výživou prostredníctvom hnojiva Microstart G10 v kombinácii s prihnojovacou dávkou DAM-u 390 sme zaznamenali úrodu 5,65 t·ha<sup>-1</sup>, čo predstavuje nárast o 0,75 t·ha<sup>-1</sup>, teda zvýšenie o 15,3% pri porovnaní s variantom 7. Zvýšenie úrody bolo štatisticky nepreukazné. V porovnaní s nehnojenou kontrolou predstavovalo zvýšenie úrody 2,35 t·ha<sup>-1</sup>, čo v relatívnych percentách činilo rozdiel až 71,21%. Takmer identické navýšenie úrody

**Tabuľka 4:** Dávky čistých živín v kg·ha<sup>-1</sup> v pokuse s plodinou jačmeňom jarným

**Table 4:** Dose of nutriment (kg·ha<sup>-1</sup>) in experiment for spring barley

| Variant (1) | Dávky živín v kg·ha <sup>-1</sup> (2) |       |       |
|-------------|---------------------------------------|-------|-------|
|             | N                                     | P     | K     |
| 1           | 0                                     | 0     | 0     |
| 2           | 60                                    | 13,2  | 24,9  |
| 3           | 61,5                                  | 14,92 | 26,15 |
| 4           | 46,5                                  | 8,32  | 13,7  |
| 5           | 31,5                                  | 1,72  | 1,25  |
| 6           | 31,74                                 | 2,01  | 1,25  |
| 7           | 1,5                                   | 1,72  | 1,25  |

(1) treatment, (2) dose of nutriment (kg·ha<sup>-1</sup>)

**Tabuľka 5:** Termíny hlavných agrotechnických zásahov

**Table 5:** The dates of main agrotechnical intervention

| Agrotechnická operácia (1) |         | Pestovateľský rok 2014 (5) |
|----------------------------|---------|----------------------------|
| Založenie pokusu (2)       |         | 05.03.2014                 |
| Hnojenie (3)               | BBCH 25 | 23.04.2014                 |
|                            | BBCH 29 | 07.05.2014                 |
| Zber (4)                   | BBCH 82 | 05.07.2014                 |

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

**Tabuľka 6:** Dosiahnuté úrody zrna jačmeňa jarného na jednotlivých variantoch v pestovateľskom roku 2014

**Table 6:** Grain yields of spring barley in experimental year 2014

| Variant (1) | Úroda v t·ha <sup>-1</sup> (2) |                 |        |
|-------------|--------------------------------|-----------------|--------|
|             | 2014                           | Relatívne % (3) |        |
| 1           | 3,30 a                         | 100,00          | –      |
| 2           | 5,79 bc                        | 175,45          | 100,00 |
| 3           | 6,01 c                         | 182,12          | 103,80 |
| 4           | 6,20 c                         | 187,87          | 107,08 |
| 5           | 5,65 bc                        | 171,21          | 97,580 |
| 6           | 5,66 bc                        | 171,51          | 97,750 |
| 7           | 4,90 b                         | 148,48          | –      |
| LSD 0,05    | 1,00                           | –               | –      |

(1) treatment, (2) yield (t·ha<sup>-1</sup>), (3) relatively %

(o 2,35 t·ha<sup>-1</sup>) sme zaznamenali aj na variante č. 6, kde okrem základnej výživy realizovanej hnojivom Microstart G10 a prihnojovacej dávky DAM-u sa aplikovalo aj listové hnojivo Rizoflower L7 v dávke 3 kg·ha<sup>-1</sup>.

Uvedené výsledky vplyvu glukohumátov (Microstart G10) na úrodu zrna jarného jačmeňa pri porovnaní samostatnej minerálnej výživy (variant 2) a kombinácie minerálnej výživy s glukohumátmi (varianty 3 a 4) sú v súlade s výsledkami Tótha (13), ktorý uvádza pozitívny aj keď nepreukazný vplyv humátu. Halčínová (4) uvádza štatisticky nepreukazné zvýšenie úrody zrna sladovníckeho jačmeňa po aplikácii pevného humátu sodného a podobne štatisticky nepreukazné zvýšenie úrody zrna vplyvom použitého Lignofertu. Rimár (12) zaznamenal podobne nevýznamné zvýšenie úrody zrna jarného jačmeňa.

Výsledky Weismanna a Kráľoviča (14), ktorí uvádzajú významné zvýšenie úrody zrna (o 21,5%) po aplikácii Lignofertu sa zhodujú s našimi zisteniami, pri ktorých sme namerali až o 48,5% vyššiu úrodu zrna jačmeňa po sóló



**Tabuľka 7:** Vybrané parametre zrna jačmeňa jarného  
**Table 7:** Selected parameters of grain of spring barley

| Variant | OH (1) | Rel. % (2) | HTZ (3) | Rel. % (4) | I.podiel (5) | Rel. % (6) | NL (7) | Rel. % (8) |
|---------|--------|------------|---------|------------|--------------|------------|--------|------------|
| 1       | 656    | 100,00     | 37,4    | 100,00     | 53,0         | 100,0      | 10,4   | 100,0      |
| 2       | 691    | 105,33     | 45,0    | 120,32     | 76,0         | 143,40     | 9,8    | 94,23      |
| 3       | 695    | 105,94     | 47,0    | 125,67     | 86,0         | 162,26     | 9,9    | 95,19      |
| 4       | 703    | 107,16     | 47,0    | 125,67     | 89,0         | 167,92     | 9,6    | 92,31      |
| 5       | 704    | 107,32     | 47,8    | 127,81     | 87,0         | 164,15     | 9,6    | 92,30      |
| 6       | 705    | 107,47     | 48,0    | 128,34     | 91,0         | 171,70     | 9,12   | 87,69      |
| 7       | 707    | 107,77     | 48,0    | 128,34     | 87,0         | 164,15     | 9,48   | 91,15      |
| HSD0,05 | ±13,4  | —          | ±5,48   | —          | ±6,27        | —          | ±0,51  | —          |

(1) bulk weight, (2) relatively %, (3) one-thousand grain weight, (4) relatively, (5) the grain over sieve 2.5 mm, (6) relatively %, (7) protein content, (8) relatively %

aplikácií glukohumátu v porovnaní s kontrolným variantom. Fecenko a Kováčik (3) zaznamenali podobne vysoko preukazné zvýšenie úrody zrna jačmeňa jarného vplyvom humátu sodného.

Medzi dôležité kvalitatívne znaky sladovníckeho jačmeňa patrí hmotnosť tisíc zŕn, podiel zrna prvej triedy, obsah hrubého proteínu a škrobu. Pre sladovnícky jačmeň sa udávajú nasledovné požiadavky:

- Hmotnosť tisíc zŕn by nemala byť nižšia ako 40 g
- Obsah škrobu by sa mal pohybovať od 60 do 65 %
- Optimálny obsah bielkovín je 10,8 % (6).

Hodnotením HTZ, objemovej hmotnosti a obsahu bielkovín sme zistili pozitívny vplyv aplikácie glukohumátov na uvedené parametre (tab. 7).

**Objemová hmotnosť** – Štatisticky vysokopreukazné zvýšenie objemovej hmotnosti sa dosiahlo na všetkých výživárskych variantoch (varianty 2, 3, 4, 5, 6, 7), oproti nehnojenej kontrole, čo v relatívnom vyjadrení predstavuje zvýšenie v intervale 5,33 do 7,77%. Na kontrolnom variante sa zaznamenala objemová hmotnosť zrna jarného jačmeňa 656, kým na sledovaných variantoch výživy sa interval pohyboval v rozpätí od 691 do 707.

**HTZ** – Na základe našich sledovaní v pokuse s modelovou plodinou jarným jačmeňom možno konštatovať, že na všetkých sledovaných výživárskych variantoch sme zaznamenali štatisticky vysoko preukazné zvýšenie hmotnosti 1 000 zŕn v porovnaní s nehnoteným variantom (tabuľka 7). Dosiahnutá hmotnosť 1 000 zŕn činila na nehnojenom variante 37,4 g. Na výživárskych variantoch sa pohybovala v rozmedzí od 45 g do 48 g oproti kontrole, čo v relatívnom vyjadrení predstavuje hodnotu od 20,3 do 28,3%.

**Zrno I. triedy** – hodnotiac ukazovateľ dosiahnutého zrna I. triedy možno konštatovať, že na všetkých sledovaných výživárskych variantoch sme zaznamenali štatisticky vysokopreukazné zvýšenie v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Kým na kontrolnom variante 1 sme dosiahli 53,0% – ný podiel zrna na ostatných variantoch sa pohyboval podiel zrna I. triedy v intervale od 76,0% do 91,0%. Na výživárskych variantoch 5, 6, 7 s aplikáciou Microstartu G10 sa štatisticky vysokopreukazne zvýšil podiel zrna prvej triedy v porovnaní s variantom 2, kde sa použilo klasické NPK hnojenie v kombinácii s prihnojovacou dávkou DAM 390. Najvyšší podiel zrna I triedy (91%–ný) sme dosiahli na variante 6, kde boli aplikované hnojivá Microstart G10, DAM 390 v kombinácii s foliárnou výživou hnojivom Rizoflower L7.

**Obsah dusíkatých látok (NL) v zrne jačmeňa** – Dusík je prvok, ktorý ovplyvňuje úrodu a kvalitu zrna sladovníckeho jačmeňa v najväčšej miere. 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 najviac (9). Teplota, zrážky i vlastnosti pôdy urýchľujú, alebo spomaľujú procesy akumulácie dusíka v pôde a preto formujú aj kvalitu produkcie. Zvyšovanie obsahu dusíka v zrne sladovníckeho jačmeňa sa hodnotí pozitívne len do určitej hladiny, keďže obsah dusíka v zrne priamo súvisí s obsahom hrubého proteínu a ten je všeobecne uznávaný ako najdôležitejší ukazovateľ kvality sladovníckeho jačmeňa (11).

Žiaden zo sledovaných variantov hnojenia neprekračuje najvyšší povolený obsah 12,5% NL, dokonca ani hodnotou 11,5, ktorá je už považovaná za kritickú. Stanovený obsah NL v sledovaných vzorkách zrna jačmeňa odrody Signora dosahoval nízkych hodnôt vo všetkých variantoch, pohyboval sa v intervale od 9,12 do 10,4%. Najvyšší obsah NL (10,4%) bol stanovený v kontrolnom variante (tabuľka 7), čo ale pravdepodobne súvisí s faktom, že na tomto variante bola dosiahnutá najnižšia úroda a najnižšia HTZ (37,3 g), takže obsah NL tu bol koncentrovanejší. Na všetkých výživárskych variantoch sme zaznamenali štatisticky preukazné zníženie obsahu NL v zrne jačmeňa jarného v porovnaní s kontrolným variantom.

## Záver

Pestované plodiny sa vyznačujú určitým úrodovým potenciálom, teda výškou úrody, ktorú sú schopné priniesť, ak sú splnené všetky ich požiadavky, vrátane podmienok prostredia. V reálnych podmienkach sa stáva, že aj pri výborne zvládnutej agrotechnike sú úrody plodín značne kolísavé. Počas vegetačného obdobia sa objavujú periódy značne vzdialené od optima, kedy sa v rastline indukuje stres buď priamo alebo nepriamo. Vo všeobecnosti je možné očakávať prejavenie výraznejšieho pozitívneho efektu hnojív so stimulačným účinkom v menej priaznivých rokoch (15). Pestovateľský rok 2014 môžeme charakterizovať ako relatívne priaznivý, nakoľko úrody plodín boli nadpriemerné na väčšine pestovateľského územia Slovenska. Niektoré lokality boli ovplyvnené nestálym počasím a nevyrovnanými zrážkami. V lokalite, kde bol založený poloprevádzkový pokus s jačmeňom jarným bolo rozloženie zrážok takmer optimálne a teploty primerané, čo sa odrazilo aj na výške dosiahnutých úrod nehnojených variantov.

Najvyššia úroda zrna jarného jačmeňa 6,2 t·ha<sup>-1</sup> bola dosiahnutá na variante 4, kde bola použitá ½ dávka

NPK s mikrogranulátom Microstart G10 v dávke 30 kg·ha<sup>-1</sup> a DAM 390 v dávke 100 kg·ha<sup>-1</sup>. Úrodu zrna 6,01 t·ha<sup>-1</sup> sme zaznamenali na variante 3, kde bola aplikovaná najvyššia dávka dusíka (61,5 kg·ha<sup>-1</sup> N) v kombinácii s Microstartom G10. Na variante 2 (60 kg·ha<sup>-1</sup> N) sme zaznamenali úrodu 5,79 t·ha<sup>-1</sup>. Variant 2 bol hnojený bez použitia glukohumátov. Pri porovnaní variantov 2, 3 a 4 môžeme konštatovať, že kombinácia minerálneho hnojenia s glukohumátmi (variant 3 a 4) má pozitívny vplyv na úrodu zrna jačmeňa, pretože v oboch prípadoch sme zaznamenali zvýšenie úrody zrna pestovaného jačmeňa. Zvýšenie úrod bolo v ročníku 2014 štatisticky nepreukazné a predstavuje 7,08% (variant 4) a 3,8% (variant 3) v porovnaní s variantom 2.

Na variant 5 a 6 sa aplikovalo zhodne 31,5 kg·ha<sup>-1</sup> dusíka. Rozdiel bol v použití listového hnojiva na variante 6 v BBCH 29. Aplikácia hnojiva na báze glukohumátov Rizoflower L7 sa prejavila zvýšením úrody oproti variantu 5 minimálne, rozdiel sme však zaznamenali najmä v ukazovateľoch HTZ (48,0) a najvyšší podiel zrna I. triedy (91%).

Variant 1 bol nehnojený, kontrolný. Dosiahnutá úroda zrna jačmeňa 3,3 t·ha<sup>-1</sup> bola štatisticky preukazne nižšia. Na variant 7 sme aplikovali ako základné hnojenie Microstart G10 v odporúčanej dávke 30 kg·ha<sup>-1</sup> (1,5 kg·ha<sup>-1</sup> N). Úroda zrna jačmeňa bola na variante 7 štatisticky preukazne vyššia v porovnaní s variantom 1 o 1,6 t·ha<sup>-1</sup>, čo predstavuje 48,5%.

## Literatúra

- (1) BENKO, V. 1968. Agrochémia. Nitra: VŠP, 623 s. (5)
- (2) BIZÍK, J. – FECENKO, J. 1998. Metodika hnojenia a výživy rastlín. At publishing, 1998, prvé vydanie, 112 s., ISBN 80-967812-1-9. (3)
- (3) FECENKO, J. – KOVÁČIK, P. 1996. Interakčný vplyv dusíkatých hnojív s humátom sodným na sorpciu živín. In: Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku: zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie. Nitra: SPU, 1996. s. 56 – 57. (12).

- (4) HALČÍNOVÁ, M. 2009. Využitie upraveného uhlia, čadičovej vaty a troskopopolčekovej zmesi vo výžive jačmeňa jarného: doktorandská dizertačná práca. Nitra: SPU. 191 s. (9)
- (5) HANÁČKOVÁ, E. – CANDRÁKOVÁ, E. 2013. Možnosti uplatnenia pestovateľských systémov jačmeňa sateho jarného v udržateľnom poľnohospodárstve. Nitra: SPU, prvé vydanie, ISBN 978-80-552-1133-6. (4)
- (6) HOLKOVÁ, S. et al. 2003. Jačmeň, biológia, pestovanie, využívanie. Nitra: Agrogenofond, 190 s. ISBN 80-969068-2-8. (13)
- (7) KRAUSKO, A. et al. 1980. Jarný jačmeň. Bratislava: Príroda, 1980. s. 132. (7)
- (8) 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. (6)
- (9) MCKENZIE, R. H. et al., in Can. J. PlantSci. 2005, 85 (3), 613. (14)
- (10) MRÁZ, J. 2009. Regulace tvorby výnosu a kvality. In: Sladovnícký ječmen, SJS, Velká Bystřice, 2009, pp. 93. (1)
- (11) PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š. 1989. Kvalita jačmeňa. Bratislava: Príroda, 228 s. ISBN 80-07-00353-3. (15)
- (12) RIMÁR, J. 1993. Racionalizácia v pestovaní jarného jačmeňa. In: Poľnohospodárstvo východoslovenskej nížiny v regionálnych súvislostiach. Michalovce, 1993. S. 238 – 240. (10)
- (13) TÓTH, J. 1998. Možnosti imobilizácie ťažkých kovov a herbicídov v pôdach humátmi lignitu. In: Trvalo udržateľný rozvoj poľnohospodárskej výroby na regionálnej úrovni: zborník referátov z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Michalovce 1998. s. 207 – 215. (8)
- (14) WEISMANN, L. – KRÁĽOVIČ, J. – BAKOŠ, D. – EMRICH, J. 1993. Ekofert – ekologický a ekonomický príspevok pre súčasné poľnohospodárstvo. In: Naturalium, č. 5, 1993, s. 5 – 8. (11)
- (15) ŽIVČÁK, M. 2013. Stimulačné a antistresové pôsobiacie prípravky: ako vlastne fungujú? In: Naše Pole 4/2013 s. 47. (16)
- (16) <<http://www.sempol.sk>>, stiahnuté 1.6.2015 (2)

Doc. Ing. Ladislav Varga, PhD.,  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,  
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,  
Katedra agrochémie a výživy rastlín,  
Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, Tel.: 037/641 43 80,  
E-mail: [ladislav.varga@uniag.sk](mailto:ladislav.varga@uniag.sk)

## Formovanie úrody sóje fazuľovej [*Glycine max* (L.) Merrill] v závislosti od hnojenia dusíkom a podmienok ročníka

### Formation of soybean yield depending on nitrogen fertilization and conditions of year

**Eva Candráková, Zuzana Panáková**

In 2013 and 2014, the field experiment with cultivation of soybean was established in the locality of Dolná Malanta (E 18° 09', N 48° 19') in a warm climate area. Varieties Sigalia and Flavia with the group of ripeness 00 were planted. There were planted 600,000 seeds per hectare in the

experiment. The preceding crop was winter wheat. The objective of the research was to compare the effect of solid and liquid nitrogen fertilizers application on the seed yield of soybean. Variants of fertilization: 1. controlled treatment without fertilization 2. Ammonium nitrate with limestone (LAV) in dose of 30 kg·ha<sup>-1</sup> of pure nutrients of N. 3. LAV in dose of 60 kg·ha<sup>-1</sup> of pure nutrients of N. 4. Nitrohum in dose of 20 kg·ha<sup>-1</sup> of pure nutrients of N. The fertilizers were applied before flowering. There were investigated their influence on the formation of the yield forming elements and the yield of soybean seeds in concrete year conditions. Significantly higher yield of seed (2.69 t·ha<sup>-1</sup>) was achieved in 2014 in comparison to 2013 (2.50 t·ha<sup>-1</sup>). The yield of straw was higher in 2014 (3.06 t·ha<sup>-1</sup>), than in the year 2013 (2.77 t·ha<sup>-1</sup>). The level of the harvest index was 0.47. The significantly highest yield of soybean seed was achieved after the application of LAV in dose of nitrogen 30 kg·ha<sup>-1</sup> (2.74 t·ha<sup>-1</sup>). Likewise, the highest yield of straw was achieved after the application of LAV. The number of pods and TSW was in direct correlation dependence to year conditions. The number of pods and TSW was in indirect correlation dependence to number of plants per unit of area. The number of pods was significant in relation to variety. The number of seeds in the pod was in direct correlation dependence to fertilization. The



reaction of vegetation to the form of fertilizer depended on moisture conditions. The solid fertilizer was more effective under moist conditions and the vegetation reacted positively with liquid form of nitrogen fertilizer under less moist conditions.

#### soybean, rainfalls, temperature, fertilization, yield

Sója fazuľová (*Glycine max* L.) je významnou teplomilnou strukovinou, pre ktorú sú na Slovensku vhodné podmienky na pestovanie v kukuričnej aj v repárskej výrobní oblasti. V ostatných rokoch sa jej plochy v SR postupne zvyšujú. Od roku 2009, kedy sa sója zberala z plochy 9 286 ha, stúpala výmera o 24 146 ha na výmeru 33 432 ha v roku 2014. Úrody sú veľmi ovplyvňované podmienkami ročníka. V roku 2014 bola priemerná úroda semena 2,34 t·ha<sup>-1</sup>, pričom v roku 2009 bola iba 1,66 t·ha<sup>-1</sup> (9).

Celková produkcia vo svete pre rok 2013/2014 sa odhaduje na 286 mil. ton. Pestuje sa asi na ploche 110 mil. ha s priemernou úrodou 2,45 t·ha<sup>-1</sup>. Sója sa vyznačuje vysokým produkčným potenciálom. V USA dosahujú úrody semena sóje fazuľovej až 8,0 t·ha<sup>-1</sup> (14).

Najväčší pestovatelia sóje sú USA, Brazília, Argentína, Čína, ktorí tvoria 87% svetovej produkcie. V Európe je to Ukrajina, Rusko, Taliansko, Srbsko. Sója je vo svete najvýznamnejšou olejninou s najvyššou produkciou oleja (36 mil. ton oleja). Na druhom mieste je kapusta repková pravá a po nej slnečnica ročná. Významné postavenie má aj v dôsledku pútania vzdušného dusíka, čo závisí od poveternostných podmienok počas vegetácie, kvality pôdy, agromorfných postupov, genotypu a ďalších (13). Unkovich and Pate (17) uvádzajú, že sója môže pôdu obohatiť asi o 175 kg·ha<sup>-1</sup> dusíka. Z viazaného množstva využije na svoj rast 30 – 50% N (10). Vzdušný dusík začne sója pútať asi 4 týždne po klíčení. Z fixovaného N využije 25–75% (2).

Sója je počas vegetačného obdobia vystavená rôznym stresovým faktorom, ktoré ovplyvňujú celý produkčný proces. Nedostatok vody ovplyvňuje rast listovej plochy a prejavuje sa zníženou absorpciou slnečnej radiácie. Vodný stres, v období dozrievania, sa prejavuje zrýchlením starnutia a opadávaním listov, čo pri zhoršených podmienkach pre transport asimilátov vedie k spomaleniu rastu plodov, semien a pod. Rozhodujúcu úlohu má veľkosť vodného stresu (8).

Popri suchu je pre sóju nevhodná i nadmerná vlhkosť. Dlhodobšie atmosférické zrážky a vyššie hodnoty hydrotermických pomerov (zrážok a priemerných teplôt) vplývajú na predĺženie vegetačného obdobia o 30 až 40 dní (7).

Cieľom pokusu bolo skúmať vplyv dusíkatých hnojív, aplikovaných v priebehu vegetačného obdobia, na úrodovotný proces semena sóje fazuľovej v daných podmienkach ročníka.

## Materiál a metódy

Pokus so sójou fazuľovou bol založený v roku 2013 a 2014 na Výskumno-experimentálnej báze FAPZ, na lokalite Dolná Malanta (E 18° 09', N 48° 19'). Lokalita sa nachádza východne od mesta Nitra, v nadmorskej výške 170 m. Územie spadá do teplého, veľmi suchého, nížinného klimatického regiónu. Zeminy z orníc na lokalite sú prachovito-hlinité s objemovou hmotnosťou 1 500–1 680 kg·m<sup>-3</sup> (16). Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi s veľkosťou parcely 10 m<sup>2</sup> v troch opakovaníach. Predplodinou bola pšenica letná forma ozimná. Skúmali sme aplikáciu dusíkatých hnojív v pevnej a tekutej

tej forme v priebehu vegetačného obdobia sóje fazuľovej.

#### Variety hnojenia:

1. Nehnojená kontrola,
2. LAV v dávke 30 kg·ha<sup>-1</sup> čistých živín dusíka,
3. LAV v dávke 60 kg·ha<sup>-1</sup> čistých živín dusíka,
4. Nitrohum v dávke 20 kg·ha<sup>-1</sup> čistých živín dusíka.

Vysiate boli odrody 'Sigalia' a 'Flavia' v množstve 600 tisíc klíčivých semien na hektár.

**Termín sejby:** 10. 4. 2013 a 23. 4. 2014.

**Termín hnojenia:** 30. mája 2013 a 23. mája 2014.

**Ošetrovanie porastov** po sejbe proti burinám bolo uskutočnené prípravkom Linurex v dávke 2,5 l na hektár a prípravkom Pulzar v dávke 1–1,2 l na hektár.

**Zber** sóje fazuľovej sa uskutočnil 20. 9. 2013 a 1. 10. 2014. Pred zberom boli z porastu odobraté rastliny na mechanické analýzy. Výsledky pokusu sme štatisticky vyhodnotili metódou analýzy rozptylu (Tukey test).

#### Charakteristika odrôd:

'Sigalia' a 'Flavia' sú skoré odrody, ktoré patria do skupiny zrelosti odrôd 00 a vyznačujú sa vysokou úrodnosťou. Sú vhodné na pestovanie v kukuričnej a repárskej výrobní oblasti. Odrody sa vyznačujú dobrou odolnosťou proti poľievaniu a dobrým zdravotným stavom. Majú veľmi rýchly počiatkový rast. Odroda 'Sigalia' je charakteristická výrazným zeleným efektom (Stay green efekt) s hmotnosťou tisíc semien 140–150 g. Odroda Flavia má v priemere HTS 180 g. Odporúčaná hustota porastov je 600 tisíc jedincov na hektár.

Agrochemické vlastnosti pôdy sú uvedené v tabuľke 1. Zásoba fosforu je nízka až vyhovujúca, draslíka vyhovujúca až dobrá a horčíka dobrá. Pôdna reakcia slabokyslá.

Sója pre produkciu 2,5 t semena z hektára potrebuje: 125 kg N, 22 kg P, 101 kg K, 22 kg S, 35 kg Ca, 19 kg Mg, 192 g Zn, 866 g Fe, 208 g Mn a 74 g Cu (15).

## Výsledky a diskusia

Sója je typickou rastlinou C3. Počas vegetácie prebieha množstvo vzájomných fyziologických procesov. Úroda je závislá od produkcie asimilátov z fotosyntézy a akumulácie sušiny v semenách. Pre úrodu je dôležitá aj dĺžka vegetačného obdobia odrôd (4; 5).

Rastový a produkčný proces strukovín je ovplyvňovaný priebehom teplotných a vlhkových podmienok, najmä v priebehu vegetačného obdobia. Nakoľko semeno strukovín potrebuje už na klíčenie približne toľko vody ako je jeho hmotnosť, nároky na vodu sú zvýšené už tesne po sejbe. Najväčší rast dosahuje sója pri teplote medzi 20 °C až 30 °C (12).

V obidvoch rokoch sme sóju fazuľovú vysievali v apríli a v každom roku boli iné podmienky. V roku 2013 bol apríl veľmi suchý a teplý, pričom v roku 2014 bol teplý, ale vlhovo normálny. Ďalšie mesiace v roku 2013 boli striedavo suché a vlhké a júl bol mimoriadne suchý. V roku 2014 bol máj a jún normálny, ale júl mimoriadne vlhký a august veľmi vlhký (obr. 1). Tieto podmienky sa prejavili aj na formovaní prvkov úrodnosti sóje fazuľovej.

Základným prvkom úrodnosti je počet jedincov na jednotku plochy. Počet rastlín v roku 2013 dosiahol 55 tis. na hektár a v roku 2014 bolo 46 tis. na ha. Prejavila sa vysoká nepriama závislosť ( $r = -0,84^{**}$ ) od podmienok ročníka. Medzi odrodami neboli výrazné disproporcie. Väčšie rozdiely sme pozorovali pri tvorbe strukov (tab. 2). Pri obidvoch odrodách bol počet strukov na rastline v roku

**Tabuľka 1:** Agrochemický rozbor pôdy (Mehlich III)**Table 1:** Agrochemical soil analysis

| Rok (1) | Obsah prístupných živín v pôde (2) |     |       |     | pH <sub>KCl</sub> | Humus (%) |
|---------|------------------------------------|-----|-------|-----|-------------------|-----------|
|         | P                                  | K   | Ca    | Mg  |                   |           |
|         | mg·kg <sup>-1</sup>                |     |       |     |                   |           |
| 2013    | 43                                 | 165 | 1 210 | 208 | 5,95              | 1,83      |
| 2014    | 55                                 | 180 | 1 240 | 230 | 6,01              | 1,91      |

(1) year, (2) content of available nutrients in soil (mg·kg<sup>-1</sup>)**Tabuľka 2:** Počet strukov na rastline (ks) v rokoch 2013 a 2014**Table 2:** Number of pods per plant in year 2013 and 2014

| Odroda (1)          | Rok (2) | Varianty hnojenia (3) |              |              |              | Priemer (4) |
|---------------------|---------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
|                     |         | Kontrola              | LAV 30       | LAV 60       | Nitrohum     |             |
| 'Sigalia'           | 2013    | 18,93                 | 15,00        | 11,29        | 18,07        | 15,82       |
|                     | 2014    | 27,47                 | 29,83        | 25,69        | 21,09        | 26,02       |
|                     | priemer | 23,20                 | 22,42        | 18,49        | 19,58        | 20,92       |
| 'Flavia'            | 2013    | 13,20                 | 10,85        | 11,09        | 10,87        | 11,50       |
|                     | 2014    | 23,64                 | 16,87        | 18,00        | 21,6         | 20,03       |
|                     | priemer | 18,42                 | 13,86        | 14,55        | 16,24        | 15,77       |
| Priemer 2013        |         | 16,07                 | 12,93        | 11,19        | 14,47        | 13,66       |
| Priemer 2014        |         | 25,55                 | 23,35        | 21,85        | 21,35        | 23,02       |
| Celkový priemer (5) |         | <b>20,81</b>          | <b>18,14</b> | <b>16,52</b> | <b>17,91</b> | 18,34       |

(1) varieta, (2) year, (3) treatments of fertilization, (4) average, (5) total average

**Tabuľka 3:** Počet semien v struku (ks) v rokoch 2013 a 2014**Table 3:** Number of seeds per pods in year 2013 and 2014

| Odroda (1)          | Rok (2) | Varianty hnojenia (3) |             |             |             | Priemer (4) |
|---------------------|---------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                     |         | Kontrola              | LAV 30      | LAV 60      | Nitrohum    |             |
| 'Sigalia'           | 2013    | 2,56                  | 2,81        | 2,75        | 2,49        | 2,65        |
|                     | 2014    | 2,04                  | 2,47        | 2,33        | 2,99        | 2,46        |
|                     | priemer | 2,30                  | 2,64        | 2,54        | 2,74        | 2,55        |
| 'Flavia'            | 2013    | 2,63                  | 2,91        | 2,99        | 2,97        | 2,88        |
|                     | 2014    | 2,29                  | 2,22        | 2,28        | 2,40        | 2,30        |
|                     | priemer | 2,46                  | 2,57        | 2,64        | 2,69        | 2,59        |
| Priemer 2013        |         | 2,60                  | 2,86        | 2,87        | 2,76        |             |
| Priemer 2014        |         | 2,17                  | 2,35        | 2,31        | 2,70        | 2,38        |
| Celkový priemer (5) |         | <b>2,38</b>           | <b>2,60</b> | <b>2,59</b> | <b>2,71</b> | 2,57        |

(1) varieta, (2) year, (3) variant fertilization, (4) average, (5) total average

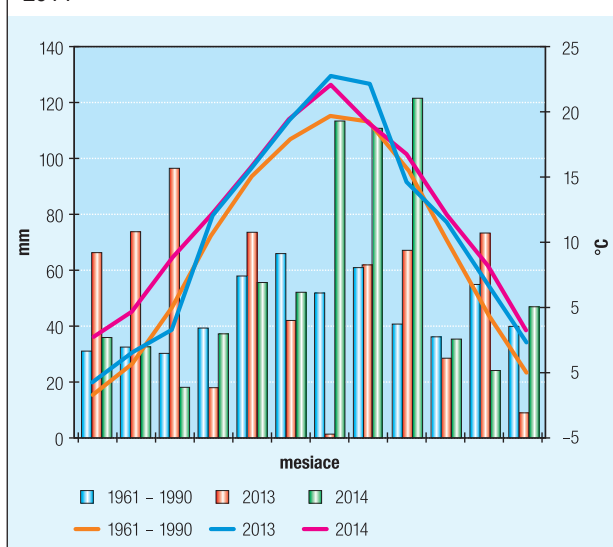
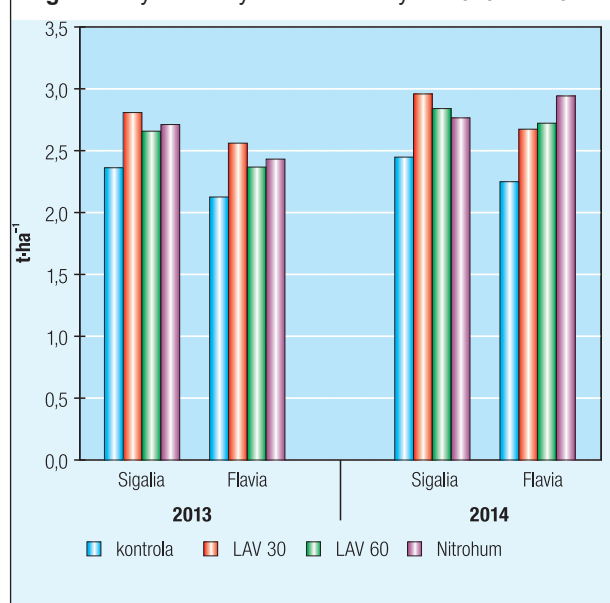
**Tabuľka 4:** Priemerná hmotnosť tisíc semien (g) sóje fazuľovej v rokoch 2013 a 2014**Table 4:** Average weight of 1000 seeds of soybean (g) of year 2013 and 2014

| Odroda          | Rok     | Varianty hnojenia |               |               |               | Priemer |
|-----------------|---------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------|
|                 |         | Kontrola          | LAV 30        | LAV 60        | Nitrohum      |         |
| 'Sigalia'       | 2013    | 103,93            | 114,87        | 112,30        | 104,03        | 108,78  |
|                 | 2014    | 197,10            | 210,70        | 192,53        | 167,87        | 192,05  |
|                 | priemer | 150,52            | 162,79        | 152,42        | 135,95        | 150,42  |
| 'Flavia'        | 2013    | 146,47            | 166,07        | 149,83        | 147,00        | 152,34  |
|                 | 2014    | 169,87            | 160,93        | 173,67        | 197,60        | 175,52  |
|                 | priemer | 158,17            | 163,50        | 161,75        | 172,30        | 163,93  |
| Priemer 2013    |         | 125,20            | 140,47        | 131,07        | 125,52        | 130,56  |
| Priemer 2014    |         | 183,49            | 185,82        | 183,10        | 182,74        | 183,78  |
| Celkový priemer |         | <b>154,34</b>     | <b>163,14</b> | <b>157,08</b> | <b>154,13</b> | 157,17  |

(1) varieta, (2) year, (3) variant fertilization, (4) average, (5) total average

2013 menší, ako v roku 2014. Odroda 'Sigalia' vytvorila v priemere 20,92 ks strukov na rastline a odroda 'Flavia' o 7,36 ks menej, čo je potvrdené vysokou priamou kore-

lačnou závislosťou ( $r = 0,42^{**}$ ). Aplikácia hnojív pôsobila na tvorbu strukov rozdielne. V oboch rokoch bolo najviac strukov na nehnojenom variante a potom po aplikácii

**Obr. 1:** Priebeh teplotných a vlhových podmienok v roku 2013 a 2014**Fig. 1:** Rainfall (mm) a temperature (°C) in year 2013 and 2014**Obr. 2:** Úrody semena sóje fazuľovej v roku 2013 a 2014**Fig. 2:** The yield of soy bean seeds in year 2013 and 2014**Tabuľka 5:** Korelačné vzťahy medzi faktormi a prvkami úrodnosti sóje fazuľovej v roku 2013 a 2014**Table 5:** Correlation relationship between factors and yield components of soy beans in year 2013 and 2014

| Faktor (1)        | Počet rastlín (5) | Počet strukov (6) | Počet semien (7) | HTS (8)   |
|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------|
| Rok (2)           | -0,8470**         | 0,7724**          | -0,6520**        | 0,4107**  |
| Odroda (3)        | -0,1312           | 0,4255**          | -0,0527          | -0,2022   |
| Hnojenie (4)      | 0,1440            | -0,1904           | 0,3708**         | -0,0227   |
| Počet rastlín (5) | —                 | -0,8166**         | 0,7087**         | -0,6577** |
| Počet strukov (6) | —                 | —                 | -0,6525**        | 0,6304**  |
| Počet semien (7)  | —                 | —                 | —                | -0,4117** |

(1) factor, (2) year, (3) varieta, (4) fertilization, (5) number of plants per ha, (6) number of pods per plant, (7) number of seeds per pods, (8) TKW  
 P 0,05 = 0,27; P 0,01 = 0,35

**Tabuľka 6:** Vyhodnotenie úrody semena a fytomasy analýzou rotptylu, Tukey test v rokoch 2013–2014**Table 6:** Yield differences of seed and straw between the levels of examined experimental factors (Tukey test at the P 0.05, P 0.01 level of significance)

| Faktor (1)   |          | Úroda semena (t·ha⁻¹) (5) | Úroda slamy (t·ha⁻¹) (6) |
|--------------|----------|---------------------------|--------------------------|
| Rok (2)      | 2013     | 2,50 a                    | 2,77a                    |
|              | 2014     | 2,69 b                    | 3,06b                    |
| Odroda (3)   | Sigalia  | 2,68b                     | 3,03 b                   |
|              | Flavia   | 2,51a                     | 2,80 a                   |
| Hnojenie (4) | Kontrola | 2,29a                     | 2,71a                    |
|              | LAV 30   | 2,74c                     | 3,17b                    |
|              | LAV 60   | 2,64b                     | 2,86a                    |
|              | Nitrohum | 2,70bc                    | 2,93ab                   |

(1) factor, (2) year, (3) varieta, (4) fertilization, (5) yield seeds, (6) yield straw  
 Úroda semena: rok: P 0,05 = 0,0420; P 0,01 = 0,0571; odroda, hnojenie: P 0,05 = 0,0796; P 0,01 = 0,1000;  
 Úroda slamy: rok: P 0,05 = 0,1374; P 0,01 = 0,1865; odroda, hnojenie: P 0,05 = 0,2601; P 0,01 = 0,3267;

LAV v dávke 30 kg čistých živín N na hektár. Dávka dusíka 60 kg·ha⁻¹ vo forme LAV pôsobila skôr negatívne. Autori (3) uvádzajú, že sója je skromná plodina a odporúčajú dávky dusíka 30–50 kg·ha⁻¹ s možnosťou rozdelenia pred sejbou a pred kvitnutím.

Počet semien bol vo vysokej negatívnej závislosti od podmienok ročníka ( $r = -0,65^{**}$ ) a rovnako aj od počtu strukov ( $r = -0,65^{**}$ ), ale vo vysokej priamej závislosti od hnojenia ( $r = 0,37^{**}$ ) a počtu rastlín ( $r = 0,70^{**}$ ). V roku 2013, pri obidvoch odrodách, sa dosiahol najvyšší počet semien v struku po aplikácii dusíka v pevnej forme (LAV) a v roku 2014 mal lepší vplyv dusík v tekutej forme (Nitrohum), ako je uvedené v tabuľke 3. Súvisí to s množstvom vlhky. V suchších podmienkach (2013) lepšie pôsobilo pevné hnojivo a v roku 2014 vo vlhkejšom prostredí listy reagovali pozitívne na tekutú formu hnojiva, ktorú dokázali v týchto podmienkach lepšie využiť. Salvaggiotti et al. (11) považujú aplikáciu tekutých hnojív počas vegetácie za opodstatnenú. Najmenší počet semien v struku bol na nehnosenom variante.

Hmotnosť tisíc semien (HTS) je významný a dôležitý prvok úrody, ktorý je do určitej miery závislý od podmienok ročníka, čo potvrdzuje vysoká priama korelačná závislosť ( $r = 0,41^{**}$ ). Odrody reagovali na podmienky rovnako. Nižšie hodnoty HTS boli v roku 2013 (130,56 g) oproti roku 2014 (183,78 g). Odroda Sigalia prejavila vyššiu citlivosť na podmienky. V roku 2013 dosiahla nižšiu HTS (108,78 g) ako odroda Flavia (152,34 g). Naopak, v roku 2014 Sigalia prevýšila v HTS odrodu Flavia (175,52 g) o 16,53 g. Z variantov hnojenia pôsobilo na hodnoty HTS najlepšie hnojivo LAV 30 (163,14) a LAV 60 (157,08 g). Po aplikácii tekutého hnojiva Nitrohum bola HTS 154,13 g a na kon-



trolnom variante 154,34 g, čím sa vplyv hnojenia stratil. Vysoká priama korelačná závislosť HTS sa prejavila od počtu strukov na rastline ( $r = 0,63^{**}$ ), ale negatívne od počtu semien v struku ( $r = -0,41^{**}$ ). Hodnoty korelačných koeficientov sú uvedené v tabuľke 5.

Hmotnosť semien aj úroda sa znižuje ak sa zhoršujú environmentálne podmienky a naopak. Pre úrodu je veľmi dôležitá aj adaptabilita odrody na podmienky prostredia (6).

Zo štatistického vyhodnotenia úrody semena a slamy vyplynulo, že štatisticky preukazne bola vyššia úroda semena v roku 2014 ( $2,69 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) ako v roku 2013 ( $2,50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Podobne aj úroda slamy bola vyššia v roku 2014 ( $3,06 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) v porovnaní s rokom 2013 ( $2,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Zberový index bol na úrovni 0,47. Vplyvom aplikácie LAV 60 a Nitrohumu sa zvýšil o 0,03 na 0,49 oproti kontrolnému variantu (0,46). Vo všetkých variantoch hnojenia sa dosiahla preukazne vyššia úroda ako na kontrolnom variante ( $2,29 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Vysoko preukazne najvyššia úroda semena sóje fazuľovej bola zaznamenaná po aplikácii LAV v dávke dusíka  $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $2,74 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Podobne aj úroda slamy bola preukazne najvyššia vo variante LAV 30 ( $3,17 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Výsledky sú uvedené v tabuľke 6 a na obrázku 2. Candráková (1) v rokoch 2007–2008 dosiahla vyššie úrody sóje fazuľovej po aplikácii tekutého hnojiva DAM 390 v porovnaní s LAV, čo poukazuje na interakciu ročníka s variantmi hnojenia.

## Záver

Sója fazuľová, podobne ako ostatné plodiny, preukazne reaguje úrodou semena na podmienky ročníka, čoho dôkazom je vyššia úroda v roku 2014 ako v roku 2013. Prudké striedanie teplotných a vlhkových podmienok, v priebehu vegetačného obdobia, ako bolo v roku 2013, negatívne pôsobilo na úrodu semena a slamy. Aj keď je sója schopná pútať vzdušný dusík a využívať ho v produkčnom procese, pozitívne reaguje aj na aplikáciu dusíkatých hnojív počas vegetácie do obdobia kvitnutia. V našich výsledkoch sa lepšie prejavila pevná forma dusíkatého hnojiva LAV ako aplikácia tekutého hnojiva Nitrohum. Pre využitie dusíka z pevnej alebo tekutej formy hnojív je dôležité množstvo vody v čase aplikácie. Tekutá forma dusíka bola lepšie využitá pri dostatku vlhky, čo súvisí s asimilačným aparátom plodiny a schopnosťou fotosyntézy.

## Literatúra

- (1) CANDRÁKOVÁ, E. 2012. Vplyv rôznych druhov hnojív na úrodu sóje fazuľovej [Glycine max (L.) Merrill]. SPU Nitra a Duslo, a.s.. 2012. In Agrochémia, roč. XVI. (52), č. 3/2012, s. 14–17, ISSN 1335–2415, EV 3392/09.
- (2) DEIBERT, E. J. – JERIEGO, M. D. and OLSON, R. A. 1979. Utilization 15N fertilizer by nodulating and non-nodulating soybean isolines. *Agronomy Journal* 71, 717–723.
- (3) EAGLESHAM, A. R. J. – HASSOUNA, S. and SEEGER, R. 1983. Fertilizer N effects on N<sub>2</sub> fixation by cowpea and soybean. *Agronomy Journal* 75, 61–66.
- (4) EGLI, D. B. 1998. Seed Biology and the Yield of Grain Crops. CAB international, Walingford, UK.
- (5) EGLI, D. B. – BRUENING, W. P. 2001. Source-sink relationships, seed sucrose levels and seed growth rates in soybean. *Annals of Botany* 88, 235–242.
- (6) EGLI, D. B. 2006. The role and the seed in the determination of yield of grain crops. *Australian Journal of Agricultural Research* 57, 1237–1247.
- (7) JAVOR, Ľ. – SUROVČÍK, J. et al. 2001. Technológia pestovania strukovín. VÚRV Piešťany, 2001, 60 s.

- (8) KOSTREJ, A. et al. 1998. Ekofyziológia produkčného procesu porastu a plodín. SPU v Nitre, 1998, 187 s. ISBN 80–7137–528–4.
- (9) MERAVÁ, E. 2014. Olejniny. Situačná a výhľadová správa. MPRV SR. Roč. XIX, 2014, ISSN 1339–0023 [www.vuepp.sk](http://www.vuepp.sk)
- (10) PEOPLES, M. B. – MCLENNAN, P.D. and BROCKWEL, J. 2008. Hydrogen emission from nodulated soybeans [Glycine max (L.) Merr.] and consequent maize (Zea mays L.) crop. *Plant and Soil* 307, 67–82.
- (11) SALVAGIOTT, F. – CASSMAN, K.G. – SPECHT, J. E. – WALTERS, D. T. – WEIS, A. and DOBERMANN, A. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research* 108, 1–13.
- (12) SHIBLES, R. M. – SECOR, J. and FORD, D.M. 1987. Carbon assimilation and metabolism. In: Wicox, J. R. (ed.) Soybeans: Improvement, production, and Uses, 2nd edn. Agronomy Monograph 16. American society of Agronomy, Crop science Society of America, and Soil Science of America madison, WI, USA, pp. 535–588.
- (13) SINGH, G. 2010. The Soybean: Botany, Production and Uses. Department of Plant Breeding and Genetics punjab Agricultural University Ludhiana, India. ISBN–13: 978 1 84593 644 0. c. 494 pages CAB international 2010.
- (14) ŠTRANC, P. – ŠTRANC, J. – ŠTRANC, D. 2013. Sója 2013. Sborník ze semináře s mezinárodní účastí. Česká zemědělská univerzita v Praze a časopis Agromanuál. S. 1–4. ISBN 978–80–87111–40–6.
- (15) TANDAN, H. L. S. 1989. Secondary and Micronutrient recommendations for soils and Crops – A. Guide Book. Fertilizer development and Consultation Organization, Neww delhi, India.
- (16) TOBIÁŠOVÁ, E., ŠIMANSKÝ, V. 2009. Kvantifikácia pôdných vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. 1. vydanie. Nitra: SPU. p. 114. ISBN 978–80–552–0196–2.
- (17) UNKOVICH, M. J. and PATE, J. S. (2000) An appraisal of recent field measurements of symbiotic N<sub>2</sub> fixation by annual legumes. *Field Crops Research* 65, 211–228.

Doc. Ing. Eva Candráková, PhD.,  
SPU v Nitre, FAPZ, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,  
[Eva.Candrakova@uniag.sk](mailto:Eva.Candrakova@uniag.sk)



ilustračný obrázok



## Zmeny pôdnej reakcie a sorpčného komplexu ako dôsledok rozdielneho hnojenia

### Soil pH and sorptive parameters changes as a result of fertilization

**Vladimír Šimanský**

*The effect of fertilization on soil pH and sorptive parameters changes in the rendzic Leptosol (locality – Nitra–Dražovce – experiment with different soil management practices) was studied. There were evaluated following treatments of fertilization: 1. G as control (non-fertilized treatment), 2. FYM (farmyard manure – dose 40 t·ha<sup>-1</sup>), 3. G + NPK3 (grass + 3<sup>rd</sup> intensity of fertilization for vineyards), and 4. G + NPK1 (grass + 1<sup>st</sup> intensity of fertilization for vineyards). The soil samples were taken above mentioned treatments in spring during the years 2008 – 2014. Obtained results showed that added FYM and G + NPK 1 had significant effects on decrease of soil pH. Added NPK fertilizer in 1<sup>st</sup> intensity of fertilization for vineyards decreased a pH at the average speed of 0.14 pH units per year and then followed: G + NPK3 = FYM (a decrease by 0.11 pH units per year – in both treatments). The values of hydrolytic acidity were higher in FYM (3.66 mmol·kg<sup>-1</sup>) than in G + NPK1 (3.28 mmol·kg<sup>-1</sup>) and in G + NPK3 (2.92 mmol·kg<sup>-1</sup>). The sum of basic cations (SBc), cation exchange capacity were the highest in G + NPK3 > G + NPK1 > FYM. In all treatments of fertilization, positive effects on increase of basic cations were determined, G+NPK1 ( $r = 0.899$ ,  $P \leq 0.01$ , built up a SBc at the average speed of 72 mmol·kg<sup>-1</sup>·year<sup>-1</sup>) > G + NPK 3 ( $r = 0.826$ ,  $P \leq 0.05$ , built up a SBc at the average speed of 66 mmol·kg<sup>-1</sup>·year<sup>-1</sup>) > FYM ( $r = 0.837$ ,  $P \leq 0.05$ , built up a SBc at the average speed of 54 mmol·kg<sup>-1</sup>·year<sup>-1</sup>). Fertilization had statistically significant negative influence on base saturation.*

**sorption capacity, farmyard manure, mineral fertilization, vineyard.**

V budúcnosti bude udržateľné hospodárenie na pôde založené na extenzívnom spôsobe málo pravdepodobné a to vzhľadom aj na neustály nárast ľudskej populácie. V súčasnosti sa do popredia stále viac pretláčajú rôzne racionálne systémy hnojenia jednotlivých plodín, ktoré sú orientované na zohľadňovanie požiadaviek rastlín, ich zdravotnú nezávadnosť pre ľudí a nezaťažujúce životné prostredie. V tejto súvislosti sa značná pozornosť venuje pôdam s nižšou úrodnosťou. Zvyšovanie úrodnosti takýchto pôd je založené okrem rôznych melioračných opatrení aj na aplikácii priemyselných, či organických hnojív (1). Hnojenie pôd môže vplývať na rast rastlín rôznymi priamymi, či nepriamymi spôsobmi (14). Napríklad, aplikované hnojivá do pôdy sa podieľajú na zmenách koncentrácie pôdneho roztoku (28), čo sa prejavuje aj na zmenách sorpčných vlastností pôdy (3). Aplikácia dusíkatých alebo dusíkato-fosforečných hnojív viedla k poklesu pH z 5,1 na

4,2 ako to prezentujú výsledky Manna et al. (12). Naopak, Saarsalmi et al. (17) nezaznamenali žiadny vplyv aplikácie dusíkatého hnojenia na hodnoty pH. Napríklad ako uviedol Roth (16), aplikácia maštalného hnoja do kyslých pôd redukuje toxicitu Al<sup>3+</sup> nachádzajúceho sa v pôdnom roztoku. Dôvodom acidifikácie pôdy sú aj straty výmenných kationov Ca<sup>2+</sup> a Mg<sup>2+</sup>, zníženie kationovej výmennej kapacity a zvýšenie výmenného Al<sup>3+</sup> (6). Dlhodobé hnojenie dusíkom znižuje obsah výmenných bázických kationov Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> aj hodnoty celkovej sorpčnej kapacity (11). Reeves (15) uviedol, že hnojením sa zvýšila kationová výmenná kapacita o 17% vo variantoch hnojených organickými hnojivami a o 11% vo variantoch hnojených NPK v porovnaní s nehnojenými variantmi.

Ako je vyššie uvedené zmeny v chemizme pôd v dôsledku hnojenia sú evidentné, avšak rozdielne. Zásadný vplyv na ne má samotný pôdny typ, klimatické faktory, ale aj plodina, pod ktorú sa realizoval systém hnojenia. Preto bol aj v tejto štúdií posúdený vplyv rozdielneho hnojenia na zmeny pôdnej reakcie a parametrov sorpčného komplexu pôdy v rodiaom vinohrade za obdobie 7. rokov.

### Materiál a metodika

Experiment s rozdielnymi spôsobmi hospodárenia vo vinohrade bol založený v roku 2006 v lokalite Nitra–Dražovce (Nitrianska vinohradnícka oblasť). Toto územie patrí do agro-klimatickej oblasti veľmi teplej s priemernou ročnou teplotou vzduchu  $\geq 10^\circ\text{C}$  a priemerným ročným úhrnom zrážok 550 mm. Vinohrad bol založený v roku 2000 na svahu so sklonom do 5° s juhozápadnou orientáciou a v roku 2003 bola do medzirádov viniča vysiatá zmes tráv ako krycia plodina. Pred založením vinohradu bol urobený pôdoznalecký prieskum, na základe ktorého sa zistilo, že geologický substrát je tvorený druhohornými sedimentárnymi horninami s dominantným zastúpením vápencov a dolomitických vápencov. Na ich sutinách sa vytvoril pôdny typ rendzina kambizemná, ktorá v dôsledku intenzívnej antropogénnej činnosti bola na základe Morfogenetického klasifikačného systému pôd Slovenska (9) pre klasifikovanú na rendzinu kultizemnú (19). Pôda do hĺbky 0,3 m obsahovala 56% piesku, 33% prachu a 11% ílu. Obsah organického uhlíka bol  $17.0 \pm 1.6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , stupeň nasýtenia sorpčného komplexu bázickými kationmi  $99.3 \pm 0.01\%$  a priemerná hodnota výmennej pôdnej reakcie bola  $7.18 \pm 0.08$  pH. Podrobnejšia charakteristika chemických a fyzikálnych vlastností pôdy, ale aj celkový popis všetkých variantov hospodárenia vo vinohrade sú už publikované (19, 20, 21, 22, 23, 25).

Experiment s rozdielnym hnojením zahŕňal 3 varianty hnojenia – organické a minerálne s rozdielnymi intenzitami – 1. a 3. intenzita hnojenia vinohradov (4) a nehnojenú kontrolu. Podrobný opis variantov hnojenia je uvedený v tabuľke 1. Pôdne vzorky pre stanovenie pôdnej reakcie a parametrov sorpcie boli odoberané z hĺbky 0,00–0,25 m zo všetkých variantov hnojenia vrátane nehnojenej kontroly, vždy na jar pred aplikáciou priemyselných hnojív počas obdobia rokov 2008–2014. Vo vysušených a pred pripravených pôdnych vzorkách (zbavených rastlinných a koreňových zvyškov, z homogenizovaných a preosiatych cez sito s priemerom ôk < 0,25 mm) bola stanovená aktívna pôdna reakcia – potenciometricky v suspenzii zloženej z 1 diela zeminy a 2,5 diela prevarenej destilovanej vody a parametre sorpčného komplexu (hydrolytická kyslosť, suma bázických kationov, celková sorpčná kapacita a stupeň

Tabuľka 1: Varianty pokusu

Table 1: Treatments of fertilization

| Variant pokusu (1)                             | Opis (2)                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TTP – kontrola (3)                             | • nehnojená kontrola<br>• zatravněný rad a medzírada viniča (7)                                                                               |
| HM – maštalný hnoj (4)                         | • zapracovaný maštalný hnoj do radov a medziradov viniča                                                                                      |
|                                                | • dávka 40 t·ha <sup>-1</sup> (8)                                                                                                             |
|                                                | • prvá aplikácia v roku 2005, druhá 2009 a tretia 2014                                                                                        |
| TTP + NPK 3 – 3. intenzita hnojenia viniča (5) | • aplikované množstvá živín z hnojiva Duslofert Extra 14–10–20–7S, ktoré sa približovali k odporúčaným dávkam na 3. intenzitu hnojenia viniča |
|                                                | • zatravněný rad a medzírada viniča (9)                                                                                                       |
| TTP+NPK 1 – 1. intenzita hnojenia viniča (6)   | • aplikované množstvá živín z hnojiva Duslofert Extra 14–10–20–7S, ktoré sa približovali k odporúčaným dávkam na 1. intenzitu hnojenia viniča |
|                                                | • zatravněný rad a medzírada viniča (10)                                                                                                      |

(1) treatments, (2) describe of treatments, (3) control, (4) farmyard manure, (5) 3. intensity of fertilization, (6) 1. intensity of fertilization, (7) without fertilization, grass (sown) in the rows and between rows (8) ploughing of farmyard manure into soil (40 t·ha<sup>-1</sup>), (9) Duslofert Extra 14–10–20–7S – dose of nutrients in 3<sup>rd</sup> intensity of fertilization of vineyard, grass (sown) in the rows and between rows (10) Duslofert Extra 14–10–20–7S – dose of nutrients in 1<sup>st</sup> intensity of fertilization of vineyard, grass (sown) in the rows and between rows.

Tabuľka 2: Štatistické vyhodnotenie pH a parametrov sorpčných vlastností pôdy

Table 2: Statistical evaluation of soil pH and sorptive parameters

| Variant hnojenia (1) | Ha (mmol·kg <sup>-1</sup> ) (6) | S (mmol·kg <sup>-1</sup> ) (7) | T (mmol·kg <sup>-1</sup> ) (8) | V (%) (9) | pH (10) |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|---------|
| TTP (2)              | 2,56                            | 223                            | 225                            | 98,3      | 7,81    |
| MH (3)               | 3,66                            | 213                            | 210                            | 97,7      | 7,65    |
| TTP+NPK3 (4)         | 2,92                            | 177                            | 180                            | 96,4      | 7,72    |
| TTP+NPK1 (5)         | 3,28                            | 191                            | 195                            | 97,2      | 7,68    |
| LSD <sub>0,05</sub>  | ±0,65                           | ±28,3                          | ±29,4                          | ±1,40     | ±0,10   |

TTP – zatravněnie (kontrola), MH – aplikovaný maštalný hnoj, TTP + NPK3 – zatravněnie + dávky NPK v 3. intenzite hnojenia vinohradov, TTP + NPK1 NPK3 – zatravněnie + dávky NPK v 1. intenzite hnojenia vinohradov, Ha – hydrolytická kyslosť, S – suma základných kationov, T – celková sorpčná kapacita, V – stupeň nasýtenia sorpčného komplexu základnými kationmi, pH<sub>H2O</sub> – aktívna pôdna reakcia

(1) treatment of fertilization, (2) TTP – control (3) MH – farmyard manure, (4) TTP + NPK3 – grass + 3<sup>rd</sup> intensity of fertilization for vineyards, (5) TTP + NPK1 – grass + 1<sup>st</sup> intensity of fertilization for vineyards, (6) hydrolytic acidity, (7) sum of basic cations, (8) cation exchange capacity, (9) base saturation, (10) soil pH

nasýtenia sorpčného komplexu základnými kationmi) štandardnými metódami (5).

Získané výsledky boli štatisticky vyhodnotené pomocou viac násobnej analýzy rozptylu, pričom v tomto príspevku je dôraz kladený na posúdenie iba jedného faktora tj. hnojenie (celkovo boli posudzované aj iné faktory). Priemerné hodnoty medzi variantmi hnojenia boli vyhodnotené LSD testom s minimálnou hladinou významnosti  $P \leq 0,05$ . Na zistenie dynamiky zmien pH a parametrov sorpcie za obdobie rokov 2008–2014 bola použitá jednoduchá lineárna analýza.

## Výsledky a diskusia

Aktívna pôdna reakcia (pH<sub>H2O</sub>) sa najvýraznejšie znížila (štatisticky významne) v dôsledku aplikácie maštalného hnoja (tabuľka 2), pravdepodobne ako výsledok rozkladných procesov v pôde (tvorba organických kyselín). Rovnaké výsledky boli publikované autormi Masood et al. (12), ktorý taktiež zaznamenali najvýznamnejší pokles pH v dôsledku aplikácie maštalného hnoja. To môže súvisieť do značnej miery pridanými organickými látkami do pôdy, avšak zmena pH závisí aj od samotnej povahy organickej hmoty (27). Aplikácia NPK živín z priemyselných hnojív, ktoré sa približovali 1. intenzite hnojenia vinohradov mala štatisticky významný vplyv na zníženie hodnôt pH. Rovnaký trend (pokles pH), avšak bez štatistickej významnosti bol zaznamenaný v dôsledku aplikácie NPK živín, ktoré sa približovali 3. intenzite hnojenia vinohradov. Whalen et al. (28) uviedli, že aplikované živiny z priemyselných

hnojív menia koncentráciu pôdneho roztoku, čo sa odráža na zmenách pH. Napríklad výsledky, ktoré publikovali Thomas et al. (26), či Jagadamma et al. (8) preukázali jednoznačný pokles pH v dôsledku aplikácie dusíka do pôdy. Za sledované obdobie (2008–2014) 7. rokov boli posúdené trendy zmien pH v dôsledku hnojenia. Najvyššia rýchlosť poklesu hodnôt pH (priemerne o 0,14 pH za rok) v dôsledku hnojenia bola zaznamenaná vo variante, s 1. intenzitou hnojenia vinohradov, a ďalej nasledovali: TTP + NPK3 = MH (pokles o 0,11 pH za rok – v oboch variantoch). Samozrejme o výrazných zmenách pH rozhoduje pufrálny systém pôd (7), ale aj charakter a dávka hnojiva. Ak pôda obsahuje vysoký obsah základných kationov, dostatok organickej hmoty a uhličitany, výkyvy pH nie sú významné. Nižšia hodnota pH vo variantoch hnojených priemyselnými hnojivami môže byť podľa Blevinsa et al. (2) aj výsledkom momentálneho hnojenia dusíkom a jeho nitrifikácie. Napríklad 13. ročné výsledky Šimanského et al. (24) poukázali na zvýšenie pH v dôsledku aplikácie NPK hnojív. Príčinu ako uviedli títo autori možno hľadať aj v tom, že napr. dusík bol aplikovaný vo forme LAV 27 s obsahom horčíka.

S hodnotami aktívnej pôdnej reakcie korešpondovali nie len hodnoty hydrolytickej kyslosti, ale aj ostatné ukazovatele sorpcie (tabuľka 2). Najvyššie hodnoty hydrolytickej kyslosti (Ha) boli stanovené vo variante, kde bol aplikovaný maštalný hnoj (3,66 mmol·kg<sup>-1</sup>), ďalej nasledovali varianty s NPK v 1. (3,28 mmol·kg<sup>-1</sup>) a 3. (2,92 mmol·kg<sup>-1</sup>) intenzite hnojenia vinohradov. Štatisticky významné zmeny v náraste hodnôt Ha za obdobie 7. rokov bolo

pozorované iba vo variantoch s aplikovaným maštalným hnojom a v 1. intenzite hnojenia vinohradov NPK živinami. Vo variante MH bol priemerný ročný nárast hodnôt Ha na úrovni 0.76 mmol, a vo variante NPK 1 na úrovni 0.66 mmol, čo za obdobie rokov 2008–2014 predstavuje zvýšenie o 312% resp. o 297%. Dôvodom takejto acidifikácie pôdy sú straty výmenných kationov  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$  a zníženie kationovej výmennej kapacity (6, 7). Hodnoty sumy výmenných bázičských kationov (S), ale aj celkovej sorpčnej kapacity (T) sa najvýraznejšie znížili vo variante TTP + NPK3 > TTP + NPK1 a najmenej vo variante s aplikovaným maštalným hnojom. Podľa výsledkov získaných Lin et al. (11) dlhodobé hnojenie dusíkom znížilo obsah výmenných bázičských kationov a aj hodnoty sorpčnej kapacity. Jedným z najvýznamnejších faktorov ovplyvňujúcich sorpčné vlastnosti pôdy je organická hmota pôdy (18, 23). Zo zvyšovaním množstva organickej hmoty dochádza k zvyšovaniu celkovej sorpčnej kapacity (18). Pri jej akumulácii, však môže dochádzať k acidifikácii pôdy, čo je spojené s intenzívnejším rozpúšťaním ťažkých minerálov a uvoľňovaním bázičských kationov (10). Ako bolo publikované Šimanský (19) na tomto experimente, za sledované obdobie (2008–2014), k výraznému zvýšeniu celkovej organickej hmoty v dôsledku hnojenia prišlo iba vo variante TTP + NPK1, kým vo variante MH a TTP + NPK3 nebol zaznamenaný štatisticky preukazne významný trend jej nárastu. Z uvedeného je zrejmé, že hodnoty sorpčných vlastností pôd v jednotlivých variantoch hnojenia nebudú mať súvis iba s množstvom organickej hmoty pôdy, ale pôjde o kombináciu vonkajších a pôdnych parametrov a ich vzájomných interakcií. Obsah S sa za sledované obdobie štatisticky lineárne zvyšoval najvýznamnejšie vo variante TTP + NPK1 ( $r = 0,899$ ,  $P \leq 0,01$ , priemerný ročný nárast  $S = 72 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) > TTP + NPK 3 ( $r = 0,826$ ,  $P \leq 0,05$ , priemerný ročný nárast  $S = 66 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) > HM ( $r = 0,837$ ,  $P \leq 0,05$ , priemerný ročný nárast  $S = 54 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Rovnaká tendencia (každoročné lineárne zvyšovanie hodnôt) bola zistená aj v hodnotách celkovej sorpčnej kapacity. Hnojenie malo negatívny efekt na hodnoty stupňa nasýtenia sorpčného komplexu bázičskými kationmi. Aplikácia NPK živín, ktoré sa približovali 3. intenzite hnojenia mala zo všetkých spôsobov hnojenia najnepriaznivejší dopad na hodnoty stupňa nasýtenia sorpčného komplexu pôd.

## Záver

Získané výsledky poukázali na to, že spôsob hnojenia ovplyvňuje hodnoty pH a sorpčné ukazovatele pôdy. Zo všetkých hodnotených spôsobov hnojenia najpriaznivejšie na hodnoty pôdnej reakcie a parametre sorpcie za obdobie 7. rokov pôsobila aplikácia maštalného hnoja. Jeho aplikácia prostredníctvom acidifikácie pozitívne vplyvala na úpravu pôdnej reakcie k optimálnejšej oblasti z hľadiska samotného príjmu živín. Najnevhodnejším spôsob hnojenia sa ukázala aplikácia živín v 3. intenzite hnojenia vinohradov.

Keďže vypočítané lineárne trendy charakterizujúce dynamiku ukazovateľov sorpčných vlastností boli štatisticky významné, dokážeme na ich základe predpovedať ich zmeny v dôsledku hnojenia na nasledujúce obdobie. Na ich presnejšiu predikciu je však dôležité tieto parametre naďalej sledovať a ich hodnoty v modeloch aktualizovať, čo dáva farmárom možnosť upravovať samotné spôsoby hnojenia s dôrazom na udržateľné hospodárenie na pôde.

## Literatúra

- (1) AGELE, S.O. 2000. Effects of animal manure and NPK fertilizer on simulated erosion and maize yield. In J. Environ. Educ. Inform., 19, 2000, s.131–138.
- (2) BLEVINS, R. L. – THOMAS, G. W. – CORNELIUS, P. L. 1977. Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn. In Agron. J., 69, 1977, s. 383–96.
- (3) ERSAHIN, S. – GUNAL, H. – KUTLU, T. – YETGIN, B. – COBAN, S. 2006. Estimating specific surface area and cation exchange capacity in soils using fractal dimension of particle-size distribution. In Geoderma, 136, 2006, s. 588–597.
- (4) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU, 2000. 452 s. ISBN 80–7137–777–5.
- (5) FIALA, K. – KOBZA, J. – MATÚŠKOVÁ, L. – BREČKOVÁ, V. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – BÚRIK, V. – LITAVEC, T. – HOUŠKOVÁ, B. – CHROMANIČOVÁ, A. – VÁRADIOVÁ, D. – PECHOVÁ, B. 1999. Závazné metódy rozborov pôd. Čiastkový monitorovací systém– PŮDA. 1.vyd. Bratislava: VUPOP, 1999, 142 s., ISBN 80–85361–55–8.
- (6) GRAHAM, M. H. – HAYNES, R. J. – MEYER, J. M. 2002. Changes in soil chemistry and aggregates stability induced by fertilizer application, burning and trash relation on a long-term sugarcane experiment in South Africa. In Eur. J. Soil Sci., 53, 2002, s. 589–598.
- (7) HANES, J. 1995. Antropogénne vplyvy na vlastnosti poľnohospodárskych pôd. Nitra : VŠP, 1995, s. 89, ISBN 80–7137–238–2.
- (8) JAGADAMMA, S. – LAL, R. – HOEFT, R.G. – NAFZIGER, E.D. – ADEE, E. A. 2008. Nitrogen fertilization and cropping system impacts on soil properties and their relationship to crop yield in the central Corn Belt, USA. In Soil & Tillage Research, 98, 2008, s. 120–129.
- (9) KOLEKTÍV AUTOROV. 2014. Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia. Societa pedologica Slovaca. Bratislava : VUPOP, 2014, 96 s. ISBN 978–80–8163–005–7.
- (10) LIMOUSIN, G. – TESSIER, D. 2007. Effects of no-tillage on chemical gradients and topsoil acidification. In Soil Till. Res., 92, 2007, s. 167–174.
- (11) LIN, Y. – LAIRD, D.A. – BARAK, P. 1997. Dynamics of fixed and exchangeable  $\text{NH}_4^+$  and K in soils under long-term fertility management. In Soil Sci. Soc. Am. J., 61, 1997, s. 310–314.
- (12) MANNA, M. C. – SWARUP, A. – WANJARI, R. H. – RAVANKAR, H. N. – MISHRA, B. – SAHA, M. N. – SINGH, Y. V. – SAHI, D. K. – SARAP, P. A. 2005. Long-term effect of fertilizer and manure application on soil organic carbon storage, soil quality and yield sustainability under sub-humid and semi-arid tropical India. In Field Crops Res., 93, 2005, s. 264–280.
- (13) MASOOD, S. – NAZ, T. – JAVED, M.T. – AHMED, I. – ULLAH, H. – IQBAL, M. 2014. Effect of short-term supply of farmyard manure on maize growth and soil parameters in pot culture. In Archives of Agronomy and Soil Science, 60, 2014, 3, s. 337–347.
- (14) MILLAR, C. E. – TURK, L. M. – FOTH, H. D. 1962. Fundamentals of soil science. John Wiley and Sons : New York, 1962, 526 s.
- (15) REEVES, D.W. 1997. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. In Soil & Tillage Research, 43, 1997, s. 131–167.
- (16) ROTH, C.H. 1992. Soil scaling and crusting in tropical South America. In Soil Crusting Chemical and Physical Processes. Advances in Soil Science. Ed. Summer, M.E., Stewart, B.A. Boca Raton, FL: Lewis Publishers, 1992, s. 267–300.
- (17) SAARSALMI, A. – KUKKOLA, M. – MOILANEN, M. – AROLA, M. 2006. Long-term effects of ash and N fertilization on stand growth, tree nutrient status and soil chemistry in a Scots pine stand. In Forest Ecology and Management, 235, 2006, s. 116–128.
- (18) SZOMBATHOVÁ, N. 2010. Chemické a fyzikálno-chemické vlastnosti humusových látok pôd ako ukazovateľ antropogénnych zmien v ekosystémoch (lokalita Báb a Dolná Malanta). Nitra : SPU, 96 s. ISBN 978–80–552–0329–4.
- (19) ŠIMANSKÝ, V. 2011. Pôda a výživa viniča hroznorodého. Nitra : SPU, 2011. 46 s. ISBN 978–80–552–0565–6.
- (20) ŠIMANSKÝ, V. 2014. Ako hnojenie ovplyvňuje zadržiavanie uhlíka v pôde? In Agrochémia, 54, 2014, 2, s. 13–17.
- (21) ŠIMANSKÝ, V. – BAJČAN, D. – DUCSAY, L. 2013. The effect



of organic matter on aggregation under different soil management practices in a vineyard in an extremely humid year. In *Catena*, 101, 2013, s. 108–113.

(22) ŠIMANSKÝ, V. – POLLÁKOVÁ, N. – HORVÁTOVÁ, M. – JEDLOVSKÁ, L. 2013. The effect of different soil management practices in a vineyard on soil structure. In *Malaysian Journal of Soil Science*, 17, 2013, s. 39–48.

(23) ŠIMANSKÝ, V. – POLLÁKOVÁ, N. 2014. Soil organic matter and sorption capacity under different soil management practices in a productive vineyard. In *Archives of Agronomy and Soil Science*, 60, 2014, 8, s. 1145–1154.

(24) ŠIMANSKÝ, V. – TOBIAŠOVÁ, E. – CHLPÍK, J. 2008. Soil tillage and fertilization of Orthic Luvisol and their influence on chemical properties, soil structure stability and carbon distribution in water-stable macro-aggregates. In *Soil & Tillage Research*, 100, 2008, s. 125–132.

(25) ŠIMANSKÝ, V. 2013. Soil organic matter in water-stable aggregates under different soil management practices in a productive vineyard. In *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59, 2013, 9, s. 1207–1214.

(26) THOMAS, G. A. – DALAL, R. C. – STANDLEY, J. 2007. No-till effects on organic matter, pH, cation exchange capacity and nutrient

distribution in a Luvisol in the semi-arid subtropics. In *Soil Tillage Res.*, 94, 2007, s. 295–304.

(27) WALKER, D. J. – CLEMENTE, R. – BERNAL, M. P. 2004. Contrasting effects of manure and compost on soil pH, heavy metal availability and growth of *Chenopodium album* L. in a soil contaminated by pyritic mine waste. In *Chemosphere*, 57, 2004, s. 215–224.

(28) WHALEN, J. K. – CHANG, C. – CLAYTON, G. W. – CAREFOT, J. P. 2000. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. In *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64, 2000, s. 962–966.

doc. Ing. Vladimír Šimanský, PhD.,  
Katedra pedológie a geológie, FAPZ, SPU,  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,  
Vladimir.Simansky@uniag.sk

#### Podakovanie

Tento príspevok bol podporený zdrojmi projektu  
VEGA 1/0025/16 riešenom na Katedre pedológie  
a geológie, FAPZ, SPU Nitra

## Overenie agronomickej účinnosti pridania lignitu k hnojivu DASA na modelovej plodine jačmeň jarný

## Evaluation of agronomic effect of DASA fertilizer with lignite addition on model crop of spring barley

Pavol Slamka, Otto Ložek,  
Zuzana Panáková

There was established short-term pot experiment with spring barley (variety Landis) for evaluation of agronomic effectiveness of the mineral fertilizers with and without addition of lignite. The following fertilizers were investigated in the experiment: DASA without addition of lignite, DASA + 1% addition of lignite A, DASA + 1% addition of lignite B, DASA + 1% addition of lignite C, DASA + 1% addition of lignite D and NS fertilizer. The achieved results were compared to unfertilized (control) treatment. The highest grain yield of barley ( $9.48 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) was achieved in treatment fertilized by NS fertilizer and this represented statistically significant increase by 8.1% in comparison with control treatment and insignificant increase by 4.6% in comparison with „pure“ DASA fertilizer without lignite addition. DASA fertilizer both with and without addition of lignite increased yield of barley grain by 3.3 to 4.2% in comparison with unfertilized treatment. However, none of these increases of barley grain yield was statistically significant. The highest increment of grain yield was achieved in treatment where DASA + lignite A was applied (+4.2%) in comparison to unfertilized control. Opositely, the lowest increment was shown in treatment with DASA + lignite B (+3.6%). Addition of lignite to DASA fertilizer showed positive effect

on barley grain yield, but on very low quantitative level when increase of grain yield fluctuated within the tenths to 1% compared to „pure“ DASA without lignite. From the viewpoint of technological quality of grain, addition of lignite to DASA fertilizer showed positive effect because it optimised content of crude protein in grain in comparison to pure DASA fertilizer.

Also addition of lignite D and lignite C to DASA fertilizer proved favourable effect on physical parameters of grain, and particularly addition of lignite D increased portion of the 1st class grain and volume weight of barley grain, although not significantly.

fertilizers, lignite, grain yield, uptake of nutrients, crude protein

Jačmeň jarný je plodina s relatívne krátkym vegetačným obdobím, ktorá veľmi významne reaguje na výživu a hnojenie (13; 18; 24).

Efektívne hnojenie poľnohospodárskych plodín nutne vyžaduje poznať obsah prístupných živín v pôde na základe agrochemického skúšania pôdy (6; 8; 23; 25). Zvláštnosťou jačmeňa je, že citlivo reaguje na zásoby prístupných živín v pôde v priebehu vegetačného obdobia (18; 19; 26). Kováčik (9) uvádza, že jačmeň jarný má z poľných plodín jednu z najhorších osvojovacích schopností na živiny. Vzhľadom na anatomicko-morfologické vlastnosti a krátku vegetačnú dobu má špecifické požiadavky na fyzikálny stav pôdy, zásobenosť pôd živinami a možnosť ich sorpcie v relatívne krátkom čase (4). Jačmeň jarný má v porovnaní s ostatnými obilninami pomerne menej vyvinutý koreňový systém, ktorý sa nachádza plytšie v pôde a krátke obdobie výživy, počas ktorého musí prijať pomerne veľké množstvo živín. Z tohto hľadiska jačmeň vyžaduje kvalitné pôdy, dostatočne zásobené prístupnými živinami hlavne v orničnom profile pôdy (3; 5; 10; 12; 15; 20; 23). Úspešnosť jeho pestovania je v úzkom prepojení aj s úrovňou jeho výživy, ktorá musí byť synchronizovaná so zdrojmi živín z pôdnej zásoby a z hnojív (7). Harmonickou výživou dusíkom a ďalšími živinami ako napr. fosforom, draslíkom, horčíkom a sírou, môžeme pozitívne pôsobiť na výšku úrody, ale aj na kvalitu dopestovaného jačmeného zrna (16; 25).



Efektívne využitie živín z pôdy a hnojív pri pestovaní jačmeňa jarného do značnej miery ovplyvňuje úspešnosť jeho pestovania. Jednou z možností zvýšenia využitia minerálnych živín pri pestovaní jačmeňa jarného je podpora ich prijateľnosti aplikáciu lignitu.

Lignit je najmladšie a najmenej karbonizované hnedé uhlie. Chemicky sa jedná predovšetkým o makromolekulárny komplex polyelektrolytov (napr. humínových kyselín), polysacharidov, polyaromatických zlúčenín, uhlíkových reťazcov so sírnymi a dusíkatými skupinami a kyslíkovými článkami (11).

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 (21), a ktoré sú rezistentné voči mikrobiálnej degradácii (14). Tieto látky sú významným zdrojom uhlíka v pôde (22). Humínové látky sa v širokom rozsahu využívajú v poľnohospodárskej praxi buď ako priamo aplikované roztoky humínových substancií alebo prostredníctvom kompostovaných organických hnojívych doplnkov (1, 2, 17). 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 vplyv prídania lignitu o rôznej veľkosti častíc do hnojiva DASA 26/13 na úrodu zrna jačmeňa jarného, jeho kvalitu a vybrané agrochemické parametre úrody a pôdy.

## Materiál a metodika

Za účelom overovania agronomickej účinnosti hnojív DASA bez prídania lignitu, DASA + 1% lignitu A, DASA + 1% lignitu B, DASA + 1% lignitu C, DASA + 1% lignitu D a NS hnojiva pre VÚCHT, a. s. Bratislava, bol založený krátkodobý nádobový pokus s modelovou plodinou jačmeňom jarným, odroda Landis.

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 zapracovali do pôdy do hĺbky približne 10 cm. Po uľahnutí pôdy v nádobách sa po piatich dňoch 9.4.2015 vysialo do každej nádoby 25 namorených semien jačmeňa jarného odrody Landis. Následne bola 10.4.2015 do všetkých nádob pridaná destilovaná voda v množstve 700 ml odpovedajúcemu jej nasýteniu na plnú vodnú kapacitu.

Variantov výživy bolo 7 a z každého variantu boli urobené 3 opakovania + 1 opakovanie s nádobami bez rastlín, t.j. spolu bolo na tento vegetačný krátkodobý pokus použitých 28 nádob. Počas celej doby trvania pokusu od sejby až po zber 2.7.2015 sa každá nádoba denne zalievala destilovanou vodou na úroveň 60% z plnej vodnej kapacity (PVK).

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 12.7.2015 v rastovej fáze mliečno-voskovej zrelosti jačmeňa, 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 jačmeňa bol vypočítaný obsah sušiny. V sušine nadzemnej biomasy boli stanovené obsahy makroživín (N, P, K, Ca, Mg) bežnými štandardnými metódami. Z obsahov jednotlivých prvkov v sušine nadzemnej biomasy jačmeňa a jej suchej hmotnosti boli na príslušných variantoch hnojenia vypočítané odbery makroživín nadzemnou biomasou jačmeňa.

Vzhľadom na fakt, že v nádobovom pokuse nebolo možné stanoviť objektívne úrodu zrna jačmeňa, paralelne s nádobovým pokusom bol na stanovišti Sládkovičovo založený aj maloparcelkový pokus s rovnakou odrodou jačmeňa a s rovnakými variantmi hnojenia (tab. 2) o výmere zberovej plochy 10 m<sup>2</sup> v štyroch opakovaniach. Zber zrna jačmeňa sa uskutočnil v plnej botanickej zrelosti jačmeňa maloparcelkovým kombajnom určenom na tieto účely. Zrno z jednotlivých parceliek bolo odvážené a zo štyroch opakovaní bola stanovená jeho priemerná hmotnosť na 10 m<sup>2</sup>, ktorá bola prepočítaná na 1 hektár.

Po prekonaní obdobia pozberového dozrievania boli v zrne jačmeňa stanovené obsahy makroživín (N, P, K, Ca, Mg) a následne bol vypočítaný odber živín úrodou zrna jačmeňa na jednotlivých variantoch. Z fyzikálno-mechanických vlastností bol stanovený podiel zrna 1. triedy, objemová hmotnosť a hmotnosť 1 000 zrn jačmeňa. Z kvalitatívnych ukazovateľov bol na základe obsahu dusíka v zrne vypočítaný obsah dusíkatých látok.

Schéma variantov výživy jačmeňa jarného, dávka aplikovaného dusíka a dávky hnojív v nádobovom a poľnom pokuse sú uvedené v tabuľke 2. Na varianty výživy 1–6 sa použila rovnaká dávka dusíka t.j. 1,17 g N na 1 nádobu, resp. 60 kg·ha<sup>-1</sup> N v poľnom maloparcelkovom pokuse:

### Charakteristika hnojív použitých v pokuse

- **DASA 26/13** – dusíkaté hnojivo s obsahom síry, 26% N a 13% S,
- **lignit A** – Lignit s priemernou veľkosťou častíc cca 20 µm vo forme suspenzie pripravenej s 2,5% roztokom síranu amónneho,
- **lignit B** – Lignit s priemernou veľkosťou častíc cca 70 µm vo forme suspenzie pripravenej s 2,5% roztokom síranu amónneho,
- **lignit C** – Lignit s priemernou veľkosťou častíc cca 20 µm vo forme suspenzie pripravenej s premývacími vodami z výroby DASA,
- **lignit D** – Lignit s priemernou veľkosťou častíc cca 70 µm vo forme suspenzie pripravenej s premývacími vodami z výroby DASA,
- **NS HNOJIVO** – liadok amónny s energosadrou s obsahom 24% N a 6% S.

## Výsledky a diskusia

### Hodnotenie úrody čerstvej a suchej hmoty jačmeňa

Najnižšia úroda čerstvej hmoty aj sušiny nadzemnej biomasy jačmeňa jarného bola zistená na nehnojennom

**Tabuľka 1:** Agrochemická charakteristika pôdy použitej v nádobovom pokuse s jačmeňom**Table 1:** Agrochemical characteristics of soil used in pot experiment with barley

| mg·kg <sup>-1</sup> pôdy (1) |        |                                |                                |       |        |        |        |       |
|------------------------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|
| pH                           | Nan    | N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | P     | K      | Ca     | Mg     | S     |
| 5,55                         | 57,4   | 9,0                            | 48,4                           | 22,5  | 302,0  | 6540   | 283,7  | 1,25  |
| Hodnotenie (evaluation)      |        |                                |                                |       |        |        |        |       |
| kyslé                        | vysoký | stredný                        | vysoký                         | nízky | vysoký | vysoký | vysoký | nízky |
| acid                         | high   | medium                         | high                           | low   | high   | high   | high   | low   |

(1) content of available nutrients in soil (mg·kg<sup>-1</sup>)

kontrolnom variante (tab. 3). Aplikácia jednotlivých priemyselných hnojív spôsobila 2,58 (var. 5) až 2,87 (var. 2) – násobné zvýšenie úrody čerstvej hmoty nadzemnej biomasy jačmeňa v porovnaní s úrodou dosiahnutou na nehnojenom kontrolnom variante. Najväčší prírastok úrody bol zaznamenaný na variante s aplikáciou hnojiva DASA 26/13 bez prídavku lignitu, naopak najnižší prírastok bol na variante hnojenom hnojivom DASA + 1% lignitu C. Ak však hodnotíme účinok prídavku lignitu k hnojivu DASA na úrodu nadzemnej biomasy, zisťujeme, že bol negatívny a znižoval úrodu biomasy pri všetkých alternatívach veľkosti častíc aplikovaného lignitu. Najväčšie zníženie úrody biomasy v porovnaní s aplikáciou „čistej“ DASY spôsobil prídavok lignitu C s veľkosťou častíc 20µm vo forme suspenzie pripravenej s premývacími vodami z výroby hnojiva DASA. Naopak, najmenší pokles úrody bol zaznamenaný, keď bol k hnojivu DASA pridaný lignit A s rovnakou veľkosťou častíc (20µm), ale vo forme suspenzie pripravenej s 2,5%-ným roztokom síranu amónneho (tab. 3). Pri hodnotení úrody suchej hmoty je situácia prakticky rovnaká ako pri úrodách čerstvej hmoty. Najväčší pozitívny efekt na úrodu mala aj v tomto prípade aplikácia hnojiva DASA bez prídavku lignitu. Ak bol lignit pridaný, došlo k poklesu úrody suchej hmoty na všetkých variantoch, najviac však na variante, na ktorom bol k hnojivu DASA pridaný lignit B alebo C a to až o 12% v porovnaní s úrodou na variante, na ktorom bolo aplikované hnojivo DASA bez lignitu. Podobne ako v prípade vplyvu na úrodu čerstvej hmoty, aj na úrodu suchej hmoty mal najmenej negatívny vplyv prídavok lignitu A k hnojivu DASA, pri ktorom došlo k poklesu úrody suchej hmoty len o 2% v porovnaní s úrodou dosiahnutou na variante s aplikáciou hnojiva DASA bez lignitu (tab. 3). Z tabuľky 3 tiež vyplýva, že hnojenie nemalo prakticky žiaden preukazný vplyv na obsah sušiny nadzemnej biomasy jačmeňa, keď namerané hodnoty boli veľmi konzistentné a pohybovali sa vo veľmi úzkom intervale 46–48%.

#### Hodnotenie obsahu makroživín v nadzemnej hmote jačmeňa

Obsah dusíka v sušine nadzemnej hmoty bol najvyšší na nehnojenej kontrole (11998 mg·kg<sup>-1</sup> sušiny). Na všetkých hnojených variantoch došlo v dôsledku zriedovacieho efektu k jeho poklesu. Prídavok lignitu k hnojivu DASA 26/13 zvyšoval obsah dusíka v sušine, najviac na variante 5, kde bol pridaný lignit C.

Podobná situácia bola aj pri obsahu P v sušine rastlín jačmeňa (tab. 4).

Pri draslíku sa zriedovacie efekt neprejavil a hnojenie zvyšovalo jeho obsah v sušine nadzemnej hmoty na všetkých hnojených variantoch v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Najvyšší obsah K v sušine bol zistený na variante, kde bola aplikovaná „čistá“ DASA (14476 mg·kg<sup>-1</sup> sušiny). Prídanie lignitu však obsah K v sušine v porovnaní s apli-

**Tabuľka 2:** Schéma pokusných variantov jačmeňa jarného  
**Table 2:** Scheme of experimental treatments

| Variant výživy (1) | Hnojivá (2)            | Dávka N g·nádob <sup>-1</sup> (3) | Dávka hnojiva g·nádob <sup>-1</sup> (4) | Dávka N* kg·ha <sup>-1</sup> (5) |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|
| 1                  | nehnojená kontrola (6) | 0,00                              | 0,00                                    | 0                                |
| 2                  | DASA (bez lignitu)     | 1,17                              | 4,55                                    | 60                               |
| 3                  | DASA + 1% lignit A     | 1,17                              | 4,67                                    | 60                               |
| 4                  | DASA + 1% lignit B     | 1,17                              | 4,60                                    | 60                               |
| 5                  | DASA + 1% lignit C     | 1,17                              | 4,57                                    | 60                               |
| 6                  | DASA + 1% lignit D     | 1,17                              | 4,65                                    | 60                               |
| 7                  | NS hnojivo (7)         | 1,17                              | 4,86                                    | 60                               |

\* poľný maloparcelkový pokus (field small plot experiment)

(1) treatment of nutrition, (2) fertilizers (3) rate of N (g per pot), (4) rate of fertilizer (g per pot), (5) rate of N (kg·ha<sup>-1</sup>), (6) unfertilized control, (7) NS fertilizer

káciou čistého hnojiva DASA znižovalo, najviac na variante 5 s prídavkom lignitu C.

Najvyšší obsah vápnika v sušine bol zistený pri aplikácii hnojiva DASA 26/13 bez prídania lignitu (2593 mg·kg<sup>-1</sup> sušiny). Prídanie lignitu o akejkolvek veľkosti častíc obsah Ca v sušine znižovalo, najviac po pridaní lignitu D.

Pri horčíku bol pozorovaný zriedovacie efekt, pretože najvyšší obsah Mg v sušine nadzemnej hmoty jačmeňa bol na nehnojenej kontrole (3001 mg·kg<sup>-1</sup> sušiny). Hnojenie jeho obsah znižovalo. Vplyv prídavku lignitu k hnojivu DASA 26/13 nebol jednoznačný a závisel od typu lignitu. Pokiaľ prídanie lignitu A a D obsah Mg v sušine zvyšovalo, prídavok lignitu B a C jeho obsah znižoval (tab. 4).

#### Hodnotenie odberu makroživín nadzemnou hmotou jačmeňa

Odber makroživín nadzemnou hmotou ako interakcia úrody sušiny a obsahu jednotlivých makroživín v nej je uvedený v tabuľke 5. Z nej vyplýva, že hnojenie zvýšilo odber N 2,26 až 2,63 násobne v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Prídanie lignitu zvyšovalo odber N len v prípade prídavku lignitu A, a to o 5% v porovnaní s odberom N na variante hnojenom len čistým hnojivom DASA, bez prídania lignitu.

Aj pri ostatných makroživinách hnojenie zvyšovalo ich odber sušinou nadzemnej biomasy v porovnaní s nehnojeným kontrolným variantom. Avšak efekt prídania lignitu k „čistému“ hnojivu DASA 26/13 už nebol taký jednoznačný. Prídanie lignitu odber P zvyšovalo o 12% (lignit B) až 22% (lignit C), a naopak znižovalo po aplikácii lignitu D o 8% v porovnaní s „čistou“ DASOU.

Pri K, Ca a Mg prídanie lignitu akéhokoľvek druhu odber týchto živín znižovalo, najmenej však pri lignite A v porovnaní s ich odberom na variante hnojenom len DASOU.

#### Hodnotenie obsahu makroživín v zrne jačmeňa

Hnojenie jačmeňa skúmanými hnojivami vykazova-

**Tabuľka 3:** Hmotnosť nadzemnej biomasy (g/nádoba) a obsah sušiny jačmeňa (%) v nadzemnej biomase (priemer 3 opakovaní)**Table 3:** Weight of aboveground biomass (g per pot) and content of dry matter (%) (average of 3 repetitions)

| Var. | Popis variantov výživy | Č.h. | Rel. % | Rel. % | S.h. | Rel. % | Rel. % | Suš. (%) |
|------|------------------------|------|--------|--------|------|--------|--------|----------|
| 1    | nehnojená kontrola     | 60   | 100    | –      | 28   | 100    | –      | 47       |
| 2    | DASA (bez lignitu)     | 172  | 287    | 100    | 82   | 293    | 100    | 48       |
| 3    | DASA + 1% lignit A     | 165  | 275    | 96     | 80   | 286    | 98     | 48       |
| 4    | DASA + 1% lignit B     | 157  | 262    | 91     | 72   | 257    | 88     | 46       |
| 5    | DASA + 1% lignit C     | 155  | 258    | 90     | 72   | 257    | 88     | 46       |
| 6    | DASA + 1% lignit D     | 163  | 272    | 95     | 75   | 268    | 91     | 46       |
| 7    | NS hnojivo             | 158  | 263    | 92     | 75   | 268    | 91     | 47       |

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 jačmeňa v mg·kg<sup>-1</sup> sušiny**Table 4:** Content of macronutrients in DM of aboveground biomass (mg·kg<sup>-1</sup> of DM)

| Variant výživy         | N      | P     | K      | Ca    | Mg    |
|------------------------|--------|-------|--------|-------|-------|
| 1 – nehnojená kontrola | 11 998 | 2 441 | 11 337 | 2 034 | 3 001 |
| 2 – DASA               | 10 284 | 1 755 | 14 476 | 2 593 | 2 760 |
| 3 – DASA + 1% lignit A | 11 033 | 2 024 | 12 685 | 2 051 | 2 801 |
| 4 – DASA + 1% lignit B | 11 041 | 2 229 | 11 767 | 2 134 | 2 489 |
| 5 – DASA + 1% lignit C | 11 366 | 2 436 | 11 637 | 2 030 | 2 342 |
| 6 – DASA + 1% lignit D | 10 608 | 1 759 | 12 070 | 1 867 | 2 940 |
| 7 – NS hnojivo         | 10 136 | 2 026 | 12 373 | 2 323 | 2 566 |

**Tabuľka 5:** Odber makroživín nadzemnou hmotou jačmeňa v mg·nádoba<sup>-1</sup>**Table 5:** Uptake of macronutrients by aboveground biomass of barley (mg per pot)

| Variant výživy (1)             | Odber makroživín nadzemnou hmotou jačmeňa v mg·nádoba <sup>-1</sup> |     |       |     |     |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----|-------|-----|-----|
|                                | N                                                                   | P   | K     | Ca  | Mg  |
| 1 – nehnojená kontrola (2)     | 336                                                                 | 68  | 317   | 57  | 84  |
| 2 – DASA                       | 843                                                                 | 144 | 1 187 | 213 | 226 |
| 3 – DASA + 1% lignit A         | 883                                                                 | 162 | 1 014 | 164 | 224 |
| 4 – DASA + 1% lignit B         | 795                                                                 | 160 | 847   | 154 | 179 |
| 5 – DASA + 1% lignit C         | 818                                                                 | 175 | 838   | 146 | 168 |
| 6 – DASA + 1% lignit D         | 796                                                                 | 132 | 905   | 140 | 221 |
| 7 – NS hnojivo                 | 760                                                                 | 151 | 928   | 174 | 192 |
| Vyjadrenie v relatívnych % (3) |                                                                     |     |       |     |     |
| 1 – nehnojená kontrola         | 100                                                                 | 100 | 100   | 100 | 100 |
| 2 – DASA                       | 251                                                                 | 211 | 374   | 373 | 269 |
| 3 – DASA + 1% lignit A         | 263                                                                 | 237 | 320   | 288 | 267 |
| 4 – DASA + 1% lignit B         | 237                                                                 | 235 | 267   | 270 | 213 |
| 5 – DASA + 1% lignit C         | 244                                                                 | 257 | 264   | 257 | 201 |
| 6 – DASA + 1% lignit D         | 237                                                                 | 193 | 285   | 246 | 262 |
| 7 – NS hnojivo                 | 226                                                                 | 222 | 292   | 306 | 229 |
| 2 – DASA                       | 100                                                                 | 100 | 100   | 100 | 100 |
| 3 – DASA + 1% lignit A         | 105                                                                 | 113 | 85    | 77  | 99  |
| 4 – DASA + 1% lignit B         | 94                                                                  | 112 | 71    | 72  | 79  |
| 5 – DASA + 1% lignit C         | 97                                                                  | 122 | 71    | 69  | 75  |
| 6 – DASA + 1% lignit D         | 94                                                                  | 92  | 76    | 66  | 97  |
| 7 – NS hnojivo                 | 90                                                                  | 106 | 78    | 82  | 85  |

(1) treatment of nutrition, (2) unfertilized control, (3) NS fertilizer

lo tendenciu zvyšovania obsahu všetkých makroživín v zrne v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Výnimku predstavovala pri dusíku aplikácia DASY s lignitom B a C, pri fosfore aplikácia DASY s lignitom B, C a D a pri horčíku aplikácia čistej DASY, DASY s lignitom A a NS hnojivo. Najvyššie zvýšenie obsahu makroživín v porovnaní s nehnojenou kontrolou bolo zistené pri dusíku na variante 7 (NS hnojivo), pri fosfore na variante 4 (DASA + lignit B) a variante 7 (NS hnojivo), pri draslíku na variante 7 (NS hnojivo), pri vápniku na variante 3 (DASA + lignit A) a pri horčíku na variante 4 (DASA + lignit B). Pridanie rôznych druhov lignitu k hnojivu DASA malo na obsah N v zrne nepriaznivý vplyv a znižovalo ho, najviac na variante, na ktorom bol k DASE pridaný lignit C. Pri fosfore bol pozitívny efekt zistený na variante 4 (DASA + lignit B) a negatívny pri aplikácii lignitu A s DASOU (tab. 6). Pri draslíku bol mierne pozitívny účinok zaznamenaný, keď bol k DASE pridaný lignit B, a naopak k miernemu poklesu došlo pri pridaní lignitu C k DASE. Pri vápniku jeho obsah v zrne nepatrne zvyšoval prídavok lignitu A a ostatné lignity obsah Ca v zrne znižovali, najviac lignit D (tab. 6). Pri horčíku sa prídanie lignitov prejavilo najpozitívnejšie, keď všetky zvyšovali obsah Mg v zrne v porovnaní s aplikáciou čistého hnojiva DASA, najviac však prídavok lignitu C a B (tab. 6).

#### Hodnotenie odberu makroživín zrnom jačmeňa

Všeobecne možno konštatovať, že hnojenie dynamizovalo odber všetkých makroživín zrnom jačmeňa v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Určité disproporcie z tohto trendu boli zistené pri Ca a Mg, pri ktorých na viacerých variantoch nastal pokles odberu týchto živín zrnom jačmeňa (tab. 7). Efekt prídania jednotlivých druhov lignitu k hnojivu DASA je viditeľný v tabuľke 7. Odber dusíka zrnom jačmeňa sa po pridaní lignitu k DASE znižoval na všetkých „lignitových“ variantoch, najviac po pridaní lignitu C – až o 20% v porovnaní s hnojením „čistou“ DASOU. Odber P bol znížený po pridaní lignitu A (o 6%) a lignitu D (o 4%). Zvýšenie o 2% spôsobil len prídavok lignitu B. Odber K znižoval len lignit C (o 2%), ostatné lignity ho zvyšovali o 1 až 3%. Pri vápniku zvyšoval jeho odber len lignit A (o 7%), ostatné lignity znižovali odber Ca o 16 až 19% v porovnaní s hnojením s DASOU bez lignitu. Na odber Mg pôsobilo prídanie lignitov pozitívne a v porovnaní s hnojením s DASOU bez lignitu ho zvyšovalo o 25 až 55%, najviac lignit B a C.

#### Hodnotenie úrody zrna jačmeňa v poľnom maloparcelkovom pokuse

Z hodnotenia úrod zrna jačmeňa jarného (tab. 8) vyplýva, že úrodový potenciál bol realizovaný na relatívne vysokej úrovni, nakoľko úrody sa pohybovali v intervale 8,77 – 9,48 t·ha<sup>-1</sup>. Najnižšia úroda (8,77 t·ha<sup>-1</sup>) bola dosiahnutá

**Tabuľka 6:** Obsah makroživín v zrne jačmeňa v  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  zrna  
**Table 6:** Content of macronutrients in barley grain ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  of grain)

| Variant výživy         | N     | P     | K    | Ca   | Mg   |
|------------------------|-------|-------|------|------|------|
| 1 – nehnojená kontrola | 13,72 | 2,875 | 3,40 | 0,45 | 1,10 |
| 2 – DASA               | 16,52 | 3,000 | 3,50 | 0,48 | 0,83 |
| 3 – DASA + 1% lignit A | 15,54 | 2,813 | 3,50 | 0,50 | 1,03 |
| 4 – DASA + 1% lignit B | 13,44 | 3,063 | 3,60 | 0,40 | 1,28 |
| 5 – DASA + 1% lignit C | 13,16 | 3,000 | 3,40 | 0,40 | 1,27 |
| 6 – DASA + 1% lignit D | 14,00 | 2,875 | 3,50 | 0,38 | 1,24 |
| 7 – NS hnojivo         | 16,24 | 3,063 | 3,75 | 0,48 | 1,04 |

**Tabuľka 7:** Odber makroživín zrnom jačmeňa v  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$   
**Table 7:** Uptake of macronutrients by barley grain ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

| Variety výživy                          | N     | P    | K    | Ca  | Mg   |
|-----------------------------------------|-------|------|------|-----|------|
| 1 – nehnojená kontrola                  | 120,3 | 25,2 | 29,8 | 3,9 | 9,6  |
| 2 – DASA                                | 149,7 | 27,2 | 31,7 | 4,3 | 7,5  |
| 3 – DASA + 1% lignit A                  | 142,0 | 25,7 | 32,0 | 4,6 | 9,4  |
| 4 – DASA + 1% lignit B                  | 122,2 | 27,8 | 32,7 | 3,6 | 11,6 |
| 5 – DASA + 1% lignit C                  | 119,9 | 27,3 | 31,0 | 3,6 | 11,6 |
| 6 – DASA + 1% lignit D                  | 127,5 | 26,2 | 31,9 | 3,5 | 11,3 |
| 7 – NS hnojivo                          | 154,0 | 29,0 | 35,6 | 4,6 | 9,9  |
| Vyjadrenie v relatívnych % (Relative %) |       |      |      |     |      |
| 1 – nehnojená kontrola                  | 100   | 100  | 100  | 100 | 100  |
| 2 – DASA                                | 124   | 108  | 106  | 110 | 78   |
| 3 – DASA + 1% lignit A                  | 118   | 102  | 107  | 118 | 98   |
| 4 – DASA + 1% lignit B                  | 102   | 110  | 110  | 92  | 121  |
| 5 – DASA + 1% lignit C                  | 99,7  | 108  | 104  | 92  | 121  |
| 6 – DASA + 1% lignit D                  | 106   | 104  | 107  | 90  | 118  |
| 7 – NS hnojivo                          | 128   | 115  | 119  | 118 | 103  |
| 2 – DASA                                | 100   | 100  | 100  | 100 | 100  |
| 3 – DASA + 1% lignit A                  | 95    | 94   | 101  | 107 | 125  |
| 4 – DASA + 1% lignit B                  | 82    | 102  | 103  | 84  | 155  |
| 5 – DASA + 1% lignit C                  | 80    | 100  | 98   | 84  | 155  |
| 6 – DASA + 1% lignit D                  | 85    | 96   | 101  | 81  | 151  |
| 7 – NS hnojivo                          | 103   | 107  | 112  | 107 | 132  |

na nehnojenom kontrolnom variante (var. 1). Aplikácia dusíka v dávke  $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  N vo forme hnojiva DASA 26–13 (var. 2) síce úrodu zrna jačmeňa zvýšil o  $0,29 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , avšak tento rozdiel úrody nebol zo štatistického hľadiska významný. Pridanie lignitu o rôznej veľkosti častíc k tomuto hnojivu úrodu zrna jačmeňa tiež zvýšilo, ale toto zvýšenie sa pohybovalo v intervale od  $0,03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (var. 4) do  $0,08 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (var. 3), čo nebolo ani v jednom prípade štatisticky významné v porovnaní s variantom 2 hnojeným s čistým hnojivom DASA, ba dokonca ani v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Najvyššiu úrodu zrna poskytol jačmeň na variante hnojenom NS hnojivom, na ktorom úroda zrna dosiahla hodnotu  $9,48 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , čo bola jediná úroda spomedzi všetkých hnojených variantov, ktorá bola štatisticky preukazne vyššia ako úroda zrna dosiahnutá na nehnojenom kontrolnom variante. Aj keď úroda zrna na variante s aplikovaným NS hnojivom (var. 7) bola najvyššia, nebola zo štatistického hľadiska vyššia preukazne v porovnaní s ostatnými hnojenými variantmi, kde bolo použité hnojivo DASA, buď čisté alebo s prídavkom lignitu o rôznej veľkosti častíc (tab. 8). Prídavok lignitu v množstve 1% k hnojivu

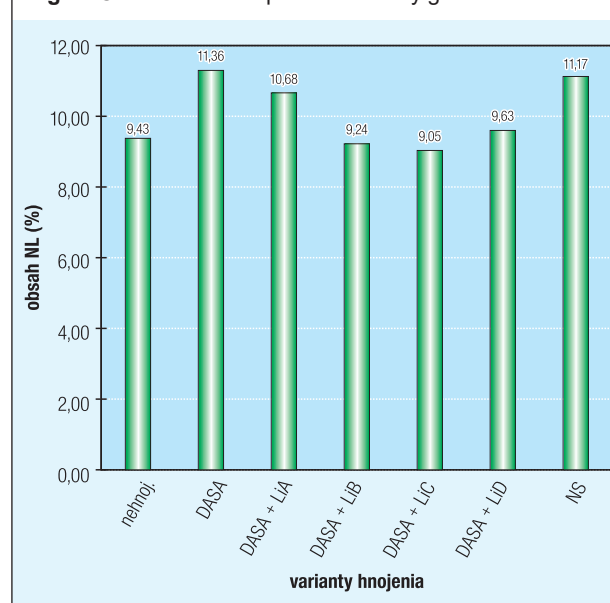
**Tabuľka 8:** Úroda zrna jačmeňa jarného v poľnom maloparcelovom pokuse

**Table 8:** Yield of barley grain in field small plot experiment

| Variant výživy | Popis variantov výživy | Úroda ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) | Relat. % | Relat. % |
|----------------|------------------------|-------------------------------------------|----------|----------|
| 1              | nehnojená kontrola     | 8,77 a                                    | 100,0    | –        |
| 2              | DASA (bez lignitu)     | 9,06 ab                                   | 103,3    | 100,0    |
| 3              | DASA + 1% lignit A     | 9,14 ab                                   | 104,2    | 101,0    |
| 4              | DASA + 1% lignit B     | 9,09 ab                                   | 103,6    | 100,3    |
| 5              | DASA + 1% lignit C     | 9,11 ab                                   | 103,9    | 100,6    |
| 6              | DASA + 1% lignit D     | 9,11 ab                                   | 103,9    | 100,6    |
| 7              | NS hnojivo             | 9,48 bc                                   | 108,1    | 104,6    |
| LSD 0,05       |                        | 0,79                                      | –        | –        |

LSD<sub>0,05</sub> – najmenší preukazný rozdiel na hladine pravdepodobnosti  $\alpha = 0,05$  (the least significant difference at the level of  $\alpha = 0,05$ )

**Obr. 1:** Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa  
**Fig. 1:** Content of crude protein in barley grain



DASA 26/13 nemalo preukazný vplyv na úrodu zrna jačmeňa pri žiadnej veľkosti častíc. Najväčšie zvýšenie úrody zrna bolo dosiahnuté na variante s aplikáciou hnojiva DASA 26/13 s 1% prídavkom lignitu A s priemernou veľkosťou častíc cca  $20 \mu\text{m}$  vo forme suspenzie pripravenej s 2,5% roztokom síranu amónneho. Toto zvýšenie však predstavovalo len  $0,08 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  zrna, t.j. 80 kg oproti variantu hnojenému hnojivom DASA 26/13 bez prídavku lignitu, a bolo štatisticky nepreukazné.

#### Hodnotenie obsahu dusíkatých látok (NL) v zrne jačmeňa jarného

Obsah NL v sušine zrna jačmeňa sa v závislosti od variantu hnojenia pohyboval v intervale od 9,05 do 11,36%, čo predstavuje všeobecne priaznivé hodnoty pre sladovnícke účely. Najvyšší obsah NL bol zistený v zrne z variantov hnojených čistým hnojivom DASA bez pridania lignitu a na variante hnojenom hnojivom NS, na ktorých obsah dusíkatých látok už mierne prekročoval optimálne hodnoty NL pre sladovnícky jačmeň. Pridanie lignitu k hnojivu DASA znižovalo obsah NL v zrne jačmeňa v porovnaní s aplikáciou čistého hnojiva DASA, najviac na variante, na ktorom bol k hnojivu DASA pridaný lignit C (obr. 1).



**Tabuľka 9:** Fyzikálno–mechanické parametre zrna jačmeňa**Table 9:** Physico–mechanical parameters of barley grain

| Variant výživy    | PZ (%) | Rel. % | Rel. % | HTZ (g) | Rel. % | Rel. % | OH (g·l <sup>-1</sup> ) | Rel. % | Rel. % |
|-------------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| 1 – nehn. kontr.  | 90,1   | 100,0  | –      | 48,2    | 100,0  | –      | 688                     | 100,0  | –      |
| 2 – DASA          | 90,5   | 100,5  | 100,0  | 46,2    | 95,9   | 100,0  | 676                     | 98,3   | 100,0  |
| 3 – DASA + lig. A | 92,2   | 102,3  | 101,9  | 46,0    | 95,4   | 99,6   | 680                     | 98,8   | 100,6  |
| 4 – DASA + lig. B | 91,4   | 101,4  | 101,0  | 45,8    | 95,0   | 99,1   | 682                     | 99,1   | 100,9  |
| 5 – DASA + lig. C | 93,1   | 103,3  | 102,9  | 47,8    | 99,2   | 103,5  | 686                     | 99,7   | 101,5  |
| 6 – DASA + lig. D | 95,3   | 105,8  | 105,3  | 48,4    | 100,4  | 104,8  | 695                     | 101,0  | 102,8  |
| 7 – S hnojivo     | 92,7   | 102,9  | 102,4  | 45,8    | 95,0   | 99,1   | 695                     | 101,0  | 102,8  |

Vysvetlivky (Explanations): PZ = podiel zrna 1. triedy (portion of the 1<sup>st</sup> class grain), HTZ = hmotnosť tisíc zŕn (thousand kernel weight), OH = obj. hmotnosť zrna (volume weight of grain)

**Tabuľka 10:** Obsah živín v pôde po zbere jačmeňa (mg·kg<sup>-1</sup> pôdy, Mehlich III)**Table 10:** Content of nutrients in soil after harvest of barley (mg·kg<sup>-1</sup> of soil, Mehlich III)

| Variant výživy       | pH   | N–NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | N–NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | N <sub>an</sub> | P    | K   | Ca    | Mg  |
|----------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|------|-----|-------|-----|
| 1 – nehn. kontr.     | 6,64 | 6,0                            | 7,4                            | 13,4            | 30,0 | 490 | 4 000 | 846 |
| 2 – DASA             | 6,34 | 5,0                            | 8,1                            | 13,1            | 30,0 | 530 | 3 650 | 885 |
| 3 – DASA + lig. A    | 6,19 | 5,5                            | 9,4                            | 14,9            | 28,8 | 510 | 3 720 | 883 |
| 4 – DASA + lig. B    | 6,08 | 5,0                            | 8,6                            | 13,6            | 28,8 | 490 | 3 520 | 892 |
| 5 – DASA + lig. C    | 6,67 | 7,1                            | 8,1                            | 15,2            | 27,5 | 420 | 3 860 | 832 |
| 6 – DASA + lig. D    | 6,27 | 5,0                            | 7,6                            | 12,6            | 25,0 | 520 | 3 780 | 903 |
| 7 – S hnojivo        | 6,61 | 3,6                            | 7,9                            | 11,5            | 28,8 | 490 | 3 660 | 938 |
| Priemer var. 1, 2, 7 | 6,53 | 4,9                            | 7,8                            | 12,7            | 29,6 | 503 | 3 770 | 890 |
| Priemer var. 3–6 (1) | 6,30 | 5,7                            | 8,4                            | 14,1            | 27,5 | 485 | 3 720 | 878 |

(1) average of treatments 3–6

### Hodnotenie fyzikálno – mechanických parametrov zrna jačmeňa

Podiel zrna 1. triedy sa v dôsledku hnojenia zvyšoval o 0,5% (DASA) až 5,8% (DASA + lignit D). Priaznivý účinok na podiel zrna 1. triedy mal aj prídavok lignitu k hnojivu DASA, v dôsledku čoho sa tento parameter zlepšil o 1% (lignit B) až 5,3% (lignit D) – tab. 9. V dôsledku hnojenia sa oproti nehnojnému variantu obyčajne HTZ znižuje (drobnejšie zrná), čo sa prejavilo aj v tomto experimente, s výnimkou na var. 6, kde hnojenie DASA + lignit D nepreukazuje zvýšilo HTZ o 0,4% v porovnaní s nehnojnou kontrolou. Vplyv aplikácie lignitu na HTZ je zrejmý z tab. 9, z ktorej vyplýva, že lignit C a D zvyšovali HTZ o 3,5 resp. 4,8% v porovnaní s aplikáciou hnojiva DASA bez lignitu. Objemová hmotnosť zrna jačmeňa klesala v dôsledku hnojenia o 0,9 až 1,7% s výnimkou variantov 6 (DASA + lignit D) a variantu 7 (NS hnojivo), kde sa o 1% zvýšila v porovnaní s nehnojnou kontrolou. Prídanie lignitu do hnojiva DASA pôsobilo pozitívne, ale štatisticky nepreukazuje a objemovú hmotnosť zvyšovalo o 0,6% (lignit A) až 2,8% (lignit D) v porovnaní s variantom hnojeným čistou DASOU (tab. 9).

### Hodnotenie vplyvu hnojív na reziduálny obsah živín pri zbere jačmeňa

Pôdna reakcia na pokusných variantoch kolísala v intervale pH 6,08 – 6,67. Aplikácia hnojív pôdu okyslovala, najviac na variante DASA + lignit B, na ktorom pH klesalo na hodnotu 6,08. Jedine prídanie lignitu C k hnojivu DASA pH pôdy neznižovalo v porovnaní s nehnojnou kontrolou (tab. 10). Z tejto tabuľky tiež vyplýva, že v priemere všetkých variantov s aplikáciou lignitov (var. 3–6) došlo k poklesu pH, teda k okysleniu pôdy, v porovnaní s nehnojnou kontrolou aj s variantom hnojeným „čistou“ DASOU.

Obsah amónnej formy N v pôde po zbere jačmeňa bol štatisticky preukazne nižší ako dusičnanovej formy. Prídanie lignitu (priemer 4 variantov) zvyšovalo obsah reziduálne N–NH<sub>4</sub><sup>+</sup> aj N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup> v porovnaní s hnojivom DASA. Celkovo sa teda obsah reziduálneho N<sub>an</sub> v pôde pod jačmeňom zvýšil v priemere 4 variantov hnojených lignitom (14,1 mg·kg<sup>-1</sup> pôdy) v porovnaní s nehnojnou kontrolou (13,4 mg·kg<sup>-1</sup>) aj s „čistou“ DASOU (13,1 mg·kg<sup>-1</sup>).

Obsah reziduálneho P a K v pôde na variantoch s prídanim lignitu (priemer var. 3–6) poklesol v porovnaní s nehnojnou kontrolou aj s variantom hnojeným čistou DASOU.

Aj pri vápniku bol na týchto variantoch zistený pokles jeho obsahu v pôde v porovnaní s nehnojeným kontrolným variantom, ale nie v porovnaní s variantom hnojeným s čistou DASOU (tab. 10).

Obsah Mg v pôde bol relatívne vyrovnaný a v priemere variantov s prídanim lignitu bol vyšší ako na nehnojenej kontrole, ale nižší ako pri aplikácii hnojiva DASA bez prídania lignitu.

### Záver

V poľnom maloparcelovom pokuse sa preukázal pozitívny vplyv 1%–ného prídavku lignitu o rôznej veľkosti častíc k hnojivu DASA na úrodu zrna jačmeňa jarného, ale na veľmi nízkej kvantitatívnej úrovni. Zvýšenie úrody zrna sa pohybovalo na úrovni desaťín až 1% – tá v porovnaní s „čistým“ hnojivom DASA bez lignitu. Zo štatistického hľadiska nie je zvýšenie úrody zrna jačmeňa vplyvom prídavku lignitu významné. V absolútnom vyjadrení toto zvýšenie sa pohybovalo v intervale 30 až 80 kg zrna jačmeňa na hektár, čo zrejme nebude kompenzovať náklady spojené s prídanim lignitu do hnojiva DASA 26/13.

Z hľadiska technologickej kvality suroviny (zrno jačmeňa), pridanie lignitov k hnojivu DASA malo priaznivý účinok, nakoľko optimalizovalo obsah NL v zrne v porovnaní s čistým hnojivom DASA alebo NS hnojivom.

Pridanie lignitu D a lignitu C k hnojivu DASA malo priaznivý vplyv na mechanicko-fyzikálne parametre zrna, a najmä prídavok lignitu D zvyšoval podiel zrna 1. triedy, HTZ a objemovú hmotnosť zrna jačmeňa, aj keď štatisticky nepreukazuje.

V priemere všetkých variantov s aplikáciou lignitov (var. 3–6) došlo k poklesu pH, teda k okysleniu pôdy, v porovnaní s nehnojenou kontrolou aj s variantom hnojeným „čistou“ DASOU.

Pridanie lignitu k DASE (priemer 4 variantov) zvyšovalo obsah reziduálne  $\text{N-NH}_4^+$  aj  $\text{N-NO}_3^-$  v porovnaní s hnojivom DASA v termíne zberu jačmeňa. Pri P, K a Ca došlo k poklesu reziduálnych obsahov týchto živín v pôde v porovnaní s nehnojeným variantom aj variantom s čistou DASOU.

Obsah Mg v pôde bol relatívne vyrovnaný a v priemere variantov s pridaním lignitu bol vyšší ako na nehnojenej kontrole, ale nižší ako pri aplikácii hnojiva DASA bez prídania lignitu.

Z pohľadu ďalšieho výskumu odporúčame zvýšiť koncentráciu pridávaného lignitu do hnojiva DASA 26/13 a zopakovať nádobový pokus s jačmeňom, pretože prídanie 1%–ného podielu lignitu k hnojivu DASA sa ukázalo v hlavných hodnotených parametroch ako nedostačujúce, aj keď na niektoré ukazovatele pôsobilo pozitívne.

## Literatúra

- (1) ALLIEVI, L. – MARCHESINI, A. – SALARDI, C. – PIANO, V. – FERRARI, A. *Bioresour. Technol.*, 1993, 43, 85–89.
- (2) ATIYEH, R. M. – SUBLER, S. – EDWARDS, C. A. – METZGER, J. *Pedobiologia*, 1999, 43, 724–728.
- (3) BÍZIK, J. 1989. Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom. Bratislava, Veda, 1989, 189 s.
- (4) CANDRÁKOVÁ, E. 2011. Reakcia jačmeňa sateho jarného na aplikáciu dusíkatých hnojív počas vegetácie. In *Agrochémia*, vol. XV (51), 2011, č. 1, s. 3–8.
- (5) FECENKO, J. 1986. Optimalizácie výživy rastlín horčíkom v podmienkach vysokej intenzity hnojenia. Bratislava, Veda, 1989, 169 s.
- (6) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. SPU Nitra a Duslo, a. s. Šaľa, 2000, 452 s. ISBN 80–717–37–777–5.
- (7) HANÁČKOVÁ, E. – SLAMKA, P. 2011. Produkčný proces jarného jačmeňa pri rozdielnom obrábaní pôdy a hnojení. In *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax*, Zborník z 2. medzinárodnej vedeckej konferencie, 1. vyd. Piešťany. CVRV Piešťany, 2011, s. 38–42, ISBN 978–80–89417–31–5.
- (8) KOTVAS, F. et al. 2007. Výsledky agrochemického skúšania pôd na Slovensku v rokoch 2000–2005. ÚKSUP Bratislava, 2007, 96 s.
- (9) KOVÁČIK, P. 2010. Výživa jačmeňa jarného dusíkom, fosforom a draslíkom. Dostupné na: [http://old.agroporadenstvo.sk/rv/obilniny/vyziva\\_jacar.htm?start](http://old.agroporadenstvo.sk/rv/obilniny/vyziva_jacar.htm?start)
- (10) KUBINEC, S. – KOVÁČ, K. et al. 1998. Progresívne technológie pestovania jarného jačmeňa. VÚRV Piešťany, 1998, 82 s.
- (11) KUČERÍK, Jiří. Diplomová práca: Aplikace metody Terrella L–Hilla na problém partikulace lignitu. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 1998.
- (12) KULÍK, D. et al. 1998. Vplyv hnojenia dusíkom na dynamiku tvorby sušiny listovej plochy, úrodu a kvalitatívne parametre zrna sladovníckeho jačmeňa jarného. In *Agrochémia*, roč. 2 (38), 1998, č. 4, s. 11–14.
- (13) LÍŠKA, E. et al. 2003. Vplyv systémov obrábania pôdy a hnojenia na úrodu jačmeňa jarného. In *Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka*. Nitra: SPU, 2003, s. 90–92, ISBN 80–8069–246–7.

- (14) LOVLEY, D. R. – COATES, J. D. – BLUNT–HARRIS, E. L. – PHILIPS, E. J. P. – WOODWARD, J. C., *Nature* 1996, 382, 445–448.

- (15) LOŽEK, O. 2001. Optimálne hnojenie je ekonomické aj ekologické. In *Agrochémia*, 1, 41, 2001, s. 11–16.

- (16) LOŽEK, O. 2002. Hodnotenie demonštračných pokusov v Koliňanoch v roku 2002 a za roky 1998 až 2002. Záverečná správa k HZ č. 5/2002, Nitra, 2002, 101 s.

- (17) MARCHESINI, A. – ALLIEVI, L. – COMOTTI, E. – FERRARI, A. *Plant Soil*, 1988, 106, 253–261.

- (18) MOLNÁROVÁ, J. 2006. Situácia na úseku pestovania jačmeňa jarného v SR a možnosti ovplyvnenia úrody zrna. In *Sborník z konferencie „Úspešné plodiny provelký trh“ – Ječmen a cukrovka*, 2006, s. 6–8.

- (19) MOLNÁROVÁ, J. 2009. Možnosti ovplyvnenia výšky a kvality úrody zrna jačmeňa sateho jarného. In *Sborník z konferencie „Sladovnícký ječmen – regulace tvorby výnosu a kvality“*, 2009, s. 19–21.

- (20) RICHTER, R. – HLUŠEK, J. 1994. Výživa a hnojení rostlin. VŠZ Brno, 1994, 177 s.

- (21) SPARKS, D. L. *Environmental Soil Chemistry*, Academic Press, San Diego, 1995.

- (22) STEVENSON, F. J. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*, Wiley, New York, 1994.

- (23) VANĚK, V. et al. 1998. Zásady racionálního hnojení dusíkem v České republice. In *Agrochémia*, 1998, 2, s. 17–20.

- (24) VIDOVIČ, J. 2001. Účinok hnojenia dusíkom na úrodu a kvalitu jarného jačmeňa sateho (*Hordeum vulgare* L.). *Vedecké práce VÚRV Piešťany*, roč. 30, s. 5–10.

- (25) ZIMOLKA, J. et al. 2006. Ječmen – formy a užitkové směry v České republice. Praha. 2006, 200 s.

- (26) ŽEMBERY, J. – MOLNÁROVÁ, J. 2009. Vplyv hnojenia, predplodiny a poveternostných podmienok na úrodu a kvalitu zrna jačmeňa jarného nahého. In *Agrochémia*, vol. XIII (49), 2009, č. 2, s. 11–15.

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

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“.



ilustrčný obrázok

## Vplyv aplikácie vermi-kompostu na úrodu a výživnú hodnotu zrna kukurice siatej

### Effect of vermicompost application on the yield and nutritional value of maize grain

Eva Hanáčková,  
Peter Kováčik, Pavol Slamka

*Pot experiment was established within area of SUA in Nitra on Haplic Fluvisol with an aim to consider effect of vermicompost applied solo in different terms and doses or in combination with fertilizer LAD-27 on yield and nutritional parameters of maize grain. There were investigated 8 treatments in three repetitions in the experiment. Both the doses and terms of vermicompost applied solo or together with nitrogen fertilizer LAD-27 significantly influenced grain yields of maize. Exclude spring vermicompost application at the rate of 170 kg·ha<sup>-1</sup> N, in all other treatments significantly higher grain yield was achieved than in control treatment. The highest grain yield (71.51 g·pot<sup>-1</sup>) as well as the value of net energy of lactation (NEL = 9.47 MJ·kg<sup>-1</sup> DM) were found out at spring application of vermicompost at the rate of 170 kg·ha<sup>-1</sup> N with addition of 60 kg·ha<sup>-1</sup> N in the form of mineral fertilizer LAD-27. The highest value of net energy of gain (NEG = 10.41 MJ·kg<sup>-1</sup> DM) was determined at autumn application of vermicompost (170 kg·ha<sup>-1</sup> N) when also the highest gross energy (BE = 18.73 MJ·kg<sup>-1</sup> DM) and metabolisable energy (ME = 14.59 MJ·kg<sup>-1</sup> DM) were achieved. Elevating content of fat in grain was increasing the values of gross energy ( $r = 0.7746^+$ ) as well as metabolisable energy ( $r = 0.7889^+$ ). There was found out highly significant relation between content of crude protein and calculated values of really digestible nitrogen substances in small intestine of ruminants (for PDIN  $r = 0.9101^{**}$ ; for PDIE  $r = 0.9973^{***}$ ).*

**vermicompost, maize, yield of grain, energy value, nitrogen value**

Kukurica siata na zrno je v podmienkach Slovenska najvýznamnejšou krmnou plodinou z hľadiska využiteľnej energie, z ktorej sa využíva zrno i celá rastlina (1, 29). Rozhodujúcim nositeľom energetickej hodnoty kukurice siatej je jej zrno (4), nakoľko v ňom sa vyskytuje takmer 70% všetkých energetických živín (21, 12). Zrno kukurice je významný energetický zdroj najmä pre prežúvavce (2). Poláková (23) zdôvodňuje vysokú energetickú hodnotu zrna nízkym obsahom neškrobových polysacharidov.

Pri správnom zosúladiení agroklimatických, pôdných a technologických požiadaviek vytvára kukurica siata úrodu zrna na úrovni 14 a viac ton z hektára. Vysoká úroda zrna vyžaduje aj zvýšené množstvo prístupných živín v pôde. Celková potreba živín na úrodu zrna závisí od pestovaných odrôd, klimatických a pôdných podmienok a od uplatnených agrotechnických opatrení (10, 32, 19). V dô-

sledku uvedeného sa uvádza, že potreba živín na 1 tonu zrna a príslušného množstva slamy varíruje v intervale od 22 – 30 kg N, 4,5 – 6,5 kg P, 19 – 29 kg K, 4,5 – 6,9 kg Ca, 2,8 – 5,0 kg Mg a 2,5 – 3,0 kg S.

Kukurica siata veľmi dobre reaguje na hospodárske hnojivá (15). Organickým hnojivom je aj vermicompost, ktorý je produktom zrýchlenej biooxidácie organickej hmoty prostredníctvom populácie dážďoviek bez prechodu cez termickú fázu (8, 28). Senesi (24) definuje vermicompost ako produkt biologického rozkladu a stabilizácie organickej hmoty získaný rozkladaním poľnohospodárskeho, mestského a priemyselného odpadu prostredníctvom chovu dážďoviek. Vo vhodnom komposte dokážu dážďovky transformovať približne 60% látok na vermicompost.

Použitie vermicompostu spôsobuje stabilizáciu pôdných agregátov, zvyšuje vododržnosť a zároveň i vzdušnosť pôd, znižuje objemovú hmotnosť pôd a zlepšuje príjem živín (33, 19). Aplikáciou vermicompostov sa urýchľuje proces dozrievania plodín o 1–2 týždne pri súčasnom zlepšení viacerých kvalitatívnych parametrov pestovaných rastlín (18).

Cieľom príspevku je zhodnotiť vplyv vermicompostu aplikovanom v rôznych dávkach a termínoch na výšku úrody a parametre výživnej hodnoty zrna kukurice siatej.

### Materiál a metódy

Účinok vermicompostu (VK) na úrodu a parametre výživnej hodnoty zrna kukurice siatej (hybrid PR38V91, FAO 310) bol sledovaný v nádobovom pokuse založenom vo vegetačnej kletke nachádzajúcej sa v areáli SPU v Nitre (48° 18' N, 18° 05' E). Do nádob s umelej hmoty s priemerom 0,35 m a výškou 0,35 m bolo navážených 22 kg fluvizeme kultizemnej odobratej z 0,25 m humusového horizontu. Agrochemické parametre pôdy sú uvedené v tabuľke 1.

Nádobový pokus mal 8 variantov s troma opakovaniami. Variant 1 bol kontrolný nehnojený variant, vo variantoch 2–8 bol aplikovaný vermicompost buď samostatne v dvoch rôznych dávkach (340, resp. 170 kg·ha<sup>-1</sup> N) a v rôznych termínoch (jeseň, jar, jeseň – jar), alebo v kombinácii s dusíkom aplikovaným pred sejbou kukurice v dávke 60 kg·ha<sup>-1</sup> vo forme liadku amónneho s dolomitom (LAD) (var. 4, 6, 8). Varianty pokusu sú uvedené v tabuľke 2.

Testovaný vermicompost bol vyrobený z kravského hnoja (asi 50%), ovčieho hnoja (asi 15%), zelenej trávy (asi 10%) a drevnej štiepky (25%). Do kompostu vzniknutého z uvedených materiálov boli po trojmesačnej fermentácii vložené dážďovky. Dážďovky boli v komposte 3 mesiace a boli dokrmované v množstve 400 kg krmiva za mesiac na tonu kompostu. Základné agrochemické parametre vzniknutého vermicompostu uvádza tabuľka 3.

### Použitie analytické metódy rozboru pôdy:

Nan vo výluhu 1% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, pričom N–NH<sub>4</sub><sup>+</sup> bol stanovený kolorimetricky pomocou Nesslerovho činidla a N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kolorimetricky pomocou kyseliny fenol 2,4disulfonovej. Obsah prístupného P, K, Ca a Mg boli stanovené vo výluhu Mehlich III (20), pričom P bol stanovený kolorimetricky, K plameňovou fotometriou, Ca a Mg atómovou absorpčnou spektrofotometriou. Obsah celkového dusíka bol stanovený destilačne (Kjeldahl – 5). Obsah C<sub>ox</sub> bol stanovený oxidometricky (30), pHKCl – potenciometricky vo výluhu 1 mol·dm<sup>-3</sup> KCl (11).



**Tabuľka 1:** Agrochemická charakteristika pôdy**Table 1:** Agrochemical characteristics of soil

| N <sub>an</sub>     | N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | P    | K   | Ca    | Mg    | S   | Nt    | C <sub>ox</sub> | C:N  | pH <sub>KCl</sub> | pH <sub>H2O</sub> |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-------|-------|-----|-------|-----------------|------|-------------------|-------------------|
| mg·kg <sup>-1</sup> |                                |                                |      |     |       |       |     |       |                 | %    |                   |                   |
| 17,6                | 6,1                            | 11,5                           | 26,5 | 301 | 4 670 | 1 096 | 5,0 | 3 310 | 2,30            | 6,88 | 6,52              | 6,42              |

**Tabuľka 2:** Varianty pokusu**Table 2:** Treatments of the experiment

| Variant<br>(1) |                                                                            | Dávka N (2)         |         |           |                    |                           |                     |                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------|-----------|--------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|
|                |                                                                            | VK (3)              | LAD (4) | spolu (5) | Dávka VK (6)       |                           | Dávka LAD (7)       |                      |
| číslo (8)      | popis (9)                                                                  | kg·ha <sup>-1</sup> |         |           | t·ha <sup>-1</sup> | g·nád. <sup>-1</sup> (10) | kg·ha <sup>-1</sup> | g·nád. <sup>-1</sup> |
| 1              | kontrola (11)                                                              | 0                   | 0       | 0         | 0,00               | 0                         | 0,0                 |                      |
| 2              | VK <sub>jesen 340</sub> (12)                                               | 340                 | –       | 340       | 16,52              | 404                       | –                   |                      |
| 3              | VK <sub>jesen170</sub> + VK <sub>jar 170</sub> (13)                        | 340                 | –       | 340       | 16,52              | 404                       | –                   |                      |
| 4              | VK <sub>jesen 170</sub> + VK <sub>jar 170</sub> + N <sub>jar 60</sub> (14) | 340                 | 60      | 400       | 16,52              | 404                       | 218,8               | 5,33                 |
| 5              | VK <sub>jesen 170</sub> (15)                                               | 170                 | –       | 170       | 8,26               | 202                       | –                   |                      |
| 6              | VK <sub>jesen 170</sub> + N <sub>jar 60</sub> (16)                         | 170                 | 60      | 230       | 8,26               | 202                       | 218,8               | 5,33                 |
| 7              | VK <sub>jar 170</sub> (17)                                                 | 170                 | –       | 170       | 8,26               | 202                       | –                   |                      |
| 8              | VK <sub>jar 170</sub> + N <sub>jar 60</sub> (18)                           | 170                 | 60      | 230       | 8,26               | 202                       | 218,8               | 5,33                 |

(1) treatment, (2) dose of N, (3) vermicompost, (4) ammonium nitrate with dolomite, (5) total, (6) dose of vermicompost, (7) dose of LAD, (8) number, (9) labelling, (10) g·pot<sup>-1</sup>, (11) unfertilized, (12) autumn application vermicompost 340, (13) autumn application vermicompost 170 + spring application vermicompost 170, (14) autumn application vermicompost 170 + spring application vermicompost 170 + spring application of LAD (ammonium nitrate with dolomite) fertilizer, (15) autumn application vermicompost 170, (16) autumn application vermicompost + spring application of LAD fertilizer, (17) spring application vermicompost 170, (18) spring application vermicompost 170 + spring application of LAD fertilizer

### Použité analytické metódy rozboru rastlín:

- o obsah dusíkatých látok (%N podľa Kjeldahla destilačne na prístroji ProNitro × 6,25),
- o obsah hrubej vlákniny podľa Hennenberg–Stohmanna (prístroj FiberTec),
- o obsah tuku podľa Soxhletha (prístroj Soxtec),
- o obsah škrobu – polarimetricky (Ewers)
- o obsah bezdusíkatých látok bol stanovený nepriamo výpočtom.

Energetickú hodnotu krmiva a skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve prežúvavcov sa vypočítali podľa Schiemanna et al. (25) a Sommera et al. (26) na základe analyticky stanovených živín. Pre výpočet NEL, NEV a PDI sa použili koeficienty stráviteľnosti živín z tabuliek výživnej hodnoty krmív (22).

Výsledky boli štatisticky spracované metódou viacfaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA) a diferencie medzi variantmi boli následne vyhodnotené pomocou LSD testu v programe Statgraphic Plus, ver. 4. Na zistenie vzájomných vzťahov medzi tvorbou úrody a obsahom živín sa použila korelačná analýza.

## Výsledky a diskusia

Dávka a termín aplikácie vermicompostu (VK) použitého samostatne, alebo spolu s dusíkatým hnojivom LAD 27 významne ovplyvnili úrodu zrna kukurice siate. Najnižšia úroda sa dosiahla v kontrolnom, nehnojenom variante (tab. 4). S výnimkou variantu 7 (jarná aplikácia vermicompostu na úrovni 170 kg·ha<sup>-1</sup> N), sa vo všetkých ostatných variantoch dosiahla preukazne vyššia úroda ako v kontrolnom variante. Zo zisteného vyplýva, že jarná aplikácia VK na úrovni 170 kg·ha<sup>-1</sup> N nemá pri pestovaní kukurice siatej opodstatnenie.

Je známe, že pri plodinách s dlhšou vegetačnou dobou ako cca 100 dní, je vhodné aplikáciu priemyselných hnojív s obsahom dusíka deliť na viackrát. Poznatky o delení

dávok hospodárskych hnojív v podmienkach Slovenska absentujú. Z údajov tabuľky 4 (var. 2 a 3) je zrejmé, že rozdelenie dávky vermicompostu na jesennú a jarnú nemá ekonomické opodstatnenie, keďže rozdiel v úrode je nevýznamný. Tento poznatok má však význam pre farmárov ekologicky hospodáriacich v zraniteľných oblastiach, pretože poukazuje na legislatívne povolený spôsob využitia väčších dávok kompostov prinášajúci štatisticky významné zvýšenie úrody oproti nehnojenej kontrole.

Napriek vysokej celkovej dávke dusíka (340 kg·ha<sup>-1</sup>) vo forme vermicompostu vo variante 4 došlo po predsejbovej aplikácii priemyselného N–hnojiva k štatisticky významnému nárastu úrody zrna. Toto zistenie poukazuje na fakt, že ak pestujeme kukuricu v zraniteľnej oblasti pri aplikácii maximálnych dávok dusíka vo forme hospodárskych hnojív, je vhodné využiť všetky legislatívne možnosti pre aplikáciu aj priemyselných N–hnojív, pretože ich použitie sa na tvorbe úrody prejavuje okamžite.

Najvyššie úrody zrna sa dosiahli vo variantoch 8, 6 a 4, t.j. vo variantoch, kde okrem vermicompostu bol na jar pred sejbou aplikovaný i dusík vo forme priemyselného hnojiva v množstve 60 kg·ha<sup>-1</sup> N. Zistené potvrdzuje pravdivosť desiatky rokov starých poznatkov o správnosti používania hospodárskych a priemyselných hnojív spoločne 9, 6, 14, 7) a o nezastupiteľnom vplyve priemyselných dusíkatých hnojív pri pestovaní kukurice. Najvyššia úroda zrna zaznamenaná vo variante 8 a najnižšia úroda, v rámci hnojených variantov, zaznamenaná vo variante 7 poukazujú na fakt, že ak nebolo možné použiť vermicompost pri základnej príprave pôdy, tak je ho možné použiť i na jar, ale za podmienky súčasnej aplikácie dusíka vo forme priemyselného hnojiva.

Obsah organických živín, z ktorých boli stanovené energetické a dusíkaté hodnoty, je uvedený v tabuľke 5.

Obsah dusíkatých látok v zrne obilnín je nízky. V analyzovaných vzorkách zrna kukurice siatej sa v jednotlivých variantoch hnojenia pohyboval od 62,4 g·kg<sup>-1</sup> sušiny (VK<sub>jesen 170</sub> + N<sub>jar 60</sub>) do 77,9 g·kg<sup>-1</sup> sušiny (VK<sub>jar 170</sub>). So zvyš-



**Tabuľka 3:** Agrochemická charakteristika vermikompostu**Table 3:** Agrochemical characteristics of vermicompost

| N <sub>an</sub>            | N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | P     | K      | Ca    | Mg    | S   | N <sub>t</sub> | C <sub>ox</sub> | pH <sub>KCl</sub> | pH <sub>H2O</sub> |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|-----|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| mg·kg <sup>-1</sup> sušiny |                                |                                |       |        |       |       |     |                |                 | %                 |                   |
| 477,1                      | 34,3                           | 442,8                          | 5 643 | 14 286 | 8 536 | 4 895 | 437 | 29 400         | 20,4            | 7,36              | 7,83              |

**Tabuľka 4:** Vplyv aplikácie vermikompostu na úrodu zrna kukurice satej na zrno**Table 4:** Influence application of vermicompost of the yield grain maize

| Varianty (1)            |                                                                                | Úroda zrna (86 % sušina) (2) |                 |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Číslo (3)               | popis (4)                                                                      | g·nádob <sup>-1</sup> (5)    | relatívne % (6) |
| 1                       | Nehnojený (7)                                                                  | 33,63 a                      | 100,0           |
| 2                       | VK <sub>jesen 340</sub> (8)                                                    | 51,47 b                      | 153,0           |
| 3                       | VK <sub>jesen 170</sub> + VK <sub>jar 170</sub> (9)                            | 53,03 b                      | 157,7           |
| 4                       | VK <sub>jesen 170</sub> + VK <sub>jar 170</sub> + N <sub>jar 60 LAD</sub> (10) | 63,61 c                      | 189,1           |
| 5                       | VK <sub>jesen 170</sub> (11)                                                   | 50,84 b                      | 151,2           |
| 6                       | VK <sub>jesen 170</sub> + N <sub>jar 60 LAD</sub> (12)                         | 66,69 c                      | 198,3           |
| 7                       | VK <sub>jar 170</sub> (13)                                                     | 33,82 a                      | 100,6           |
| 8                       | VK <sub>jar 170</sub> + N <sub>jar 60 LAD</sub> (14)                           | 71,51 d                      | 212,6           |
| HD <sub>0,05</sub> (15) |                                                                                | 4,046                        |                 |

HD<sub>0,05</sub> – hraničná diferencia na 95 % hladine významnosti (LSD – test) (1) treatment, (2) yield of grain (86% dry matter), (3) number, (4) labeling, (5) g·pot<sup>-1</sup>, (6) relative %, (7) unfertilized, (8) autumn application vermicompost 340, (9) autumn application vermicompost 170 + spring application vermicompost 170, (10) autumn application vermicompost 170 + spring application vermicompost 170 + spring application of LAD (ammonium nitrate with dolomite) fertilizer, (11) autumn application vermicompost 170, (12) autumn application vermicompost + spring application of LAD fertilizer, (13) spring application vermicompost 170, (14) spring application vermicompost 170 + spring application of LAD fertilizer, (15) last significant difference

šovaním dávok dusíka vo forme hnojív sa obsah dusíkatých látok znižoval ( $r = -0,321$ ). Zistili sme vysoko preukaznú negatívnu korelačnú závislosť medzi úrodou zrna a obsahom N-látok ( $r = -0,7901^{**}$ ). Zistený obsah N-látok je nižší o 22,5–39,7% v porovnaní s výsledkami uvádzanými

nými viacerými autormi (26, 34, 3). Nižšie hodnoty dusíkatých látok pravdepodobne súvisia s nižšou využiteľnosťou dusíka z aplikovaného vermikompostu.

Najenergetickejšou živinou organickej hmoty krmív je tuk. Spomedzi obilnín sa najvyšším obsah tuku vyznačuje zrno kukurice. Jeho obsah sa na jednotlivých variantoch pohyboval od 45,1 do 49,7 g·kg<sup>-1</sup> sušiny. Je to hodnota porovnateľná s výsledkami iných autorov (26, 3, 13). Zistili sme vysoko preukaznú korelačnú závislosť medzi obsahom tuku a popolom ( $r = 0,5728^{**}$ ) a negatívnu závislosť obsahu tuku s bezdusíkatými látkami výťažkovými ( $r = -0,5707^{**}$ ).

Obsah vlákniny v zrne kukurice je nízky, pohybuje sa v rozpätí 21,93 (kontrola) do 29,07 g·kg<sup>-1</sup> sušiny (VK<sub>jesen 170</sub> + N<sub>jar 60</sub>).

Na energetickej hodnote zrnín obilnín sa najväčšou mierou podieľajú bezdusíkaté látky výťažkové (BNLV) reprezentované zásobným polysacharidom škrobom (31, 27). Bíro et al. (3) uvádzajú v zrne kukurice obsah BNLV 816,2 g·kg<sup>-1</sup> sušiny, čo je v porovnaní s našimi výsledkami hodnota nižšia v priemere o 28,86 g·kg<sup>-1</sup> sušiny vďaka vyššiemu obsahu škrobu v priemere o 24,13 g·kg<sup>-1</sup> sušiny ako uvádzajú Bíro et al. (3). Medzi obsahom BNLV a obsahom škrobu bola zistená preukazná korelačná závislosť ( $r = 0,4982^{**}$ ), ale medzi obsahom BNLV a obsahom N-látok bola zistená vysoká negatívna korelačná závislosť ( $r = -0,6083^{**}$ ) (tab. 7).

Energetická a dusíkatá hodnota zrna kukurice satej je uvedená v tabuľke 8. Energetická hodnota zrna kukurice vyjadrená ako netto energia laktácie (NEL) sa pohybovala na jednotlivých variantoch v rozpätí 9,39–9,47 MJ·kg<sup>-1</sup> sušiny. Najvyššia hodnota NEL sa zistila pri jarnej aplikácii dusíka v celkovej dávke 230 kg·ha<sup>-1</sup> (var. 8). Zrno kukurice obsahovalo na tomto variante vysoký obsah škrobu a BNLV (tab. 5).

**Tabuľka 5:** Obsah živín v zrne kukurice satej**Table 5:** Content of nutrients in grain of maize

| Varianty (1)       |                                                                          | N-látky (2)                         | Vláknina (3) | Tuky (4) | Popol (5) | Škrob (6) | BNLV (7) | OH (8)  |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------|-----------|-----------|----------|---------|
| Číslo (9)          | popis (10)                                                               | (g·kg <sup>-1</sup> ) v sušine (11) |              |          |           |           |          |         |
| 1                  | nehnojený (12)                                                           | 70,7 e                              | 21,9 a       | 45,5 a   | 14,2 a    | 709,2 e   | 847,7 e  | 985,8 f |
| 2                  | VK <sub>jes 340</sub> (13)                                               | 67,6 d                              | 26,1 d       | 49,1 c   | 16,2 d    | 671,0 a   | 841,1 b  | 983,8 a |
| 3                  | VK <sub>jes 170</sub> + VK <sub>jar 170</sub> (14)                       | 67,5 d                              | 24,2 bc      | 47,4 b   | 15,5 bcd  | 691,7 c   | 845,4 d  | 984,5 b |
| 4                  | VK <sub>jes 170</sub> + VK <sub>jar 170</sub> + N <sub>jar 60</sub> (15) | 66,1 c                              | 26,6 d       | 48,4 c   | 15,1 bc   | 701,2 d   | 843,8 c  | 984,9 c |
| 5                  | VK <sub>jes 170</sub> (16)                                               | 64,8 b                              | 26,1 d       | 48,8 c   | 14,7 ab   | 692,3 c   | 845,6 d  | 985,3 d |
| 6                  | VK <sub>jes 170</sub> + N <sub>jar 60</sub> (17)                         | 62,4 a                              | 29,1 e       | 45,1 a   | 16,0 cd   | 679,5 b   | 847,5 e  | 984,0 a |
| 7                  | VK <sub>jar 170</sub> (18)                                               | 77,9 f                              | 23,5 b       | 45,1 a   | 16,0 cd   | 689,6 c   | 837,5 a  | 984,0 a |
| 8                  | VK <sub>jar 170</sub> + N <sub>jar 60</sub> (19)                         | 62,8 a                              | 25,0 c       | 46,7 b   | 14,6 ab   | 708,1 e   | 850,9 f  | 985,4 d |
| Priemer (20)       |                                                                          | 67,5                                | 25,3         | 47,0     | 15,3      | 692,8     | 844,9    | 984,7   |
| HD <sub>0,05</sub> |                                                                          | 0,9901                              | 1,0855       | 0,9804   | 0,9611    | 2,7393    | 0,9231   | 0,2343  |

HD<sub>0,05</sub> – hraničná diferencia na 95 % hladine významnosti (LSD – test)

(1) treatments, (2) crude protein, (3) crude fiber, (4) fat, (5) ash, (6) starch, (7) nitrogen free extract, (8) organic matter, (9) number, (10) labelling, (11) dry matter, (12) unfertilized, (13) autumn application vermicompost 340, (14) autumn application vermicompost 170 + spring application vermicompost 170, (15) autumn application vermicompost 170 + spring application vermicompost 170 + spring application of LAD (ammonium nitrate with dolomite) fertilizer, (16) autumn application vermicompost 170, (17) autumn application vermicompost + spring application of LAD fertilizer, (18) spring application vermicompost 170, (19) spring application vermicompost 170 + spring application of LAD fertilizer, (20) average

**Tabuľka 6:** Vplyv zdrojov premenlivosti (varianty pokusu, opakovanie) na obsah organických látok v zrne kukurice satej  
**Table 6:** Influence of variability sources (treatments, repetitions) on the content of organic substances in maize grain

| Zdroj premenlivosti (1) | n  | F– hodnoty vypočítané (2) |              |          |           |           |          |          |
|-------------------------|----|---------------------------|--------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
|                         |    | N–látky (3)               | vláknina (4) | Tuky (5) | Popol (6) | Škrob (7) | BNLV (8) | OH (9)   |
| Variant (10)            | 7  | 286,86**                  | 34,59**      | 23,57**  | 6,58**    | 198,16**  | 236,73** | 105,51** |
| Opakovanie (11)         | 2  | 2,94                      | 0,72         | 0,23     | 2,84      | 0,62      | 3,39     | 2,03     |
| Nekotr. faktory (12)    | 14 |                           |              |          |           |           |          |          |
| Celkom (13)             | 23 |                           |              |          |           |           |          |          |

(1) source of variability, (2) calculated F–values, (3) crude protein, (4) crude fiber, (5) fat, (6) ash, (7) starch, (8) nitrogen free extract, (9) organic matter, (10) treatment, (11) repetitions, (12) residuum, (13) total

**Tabuľka 7:** Korelačné vzťahy medzi úrodou zrna a látkovým zložením zrna kukurice satej

**Table 7:** The relationships between the yield and chemical composition of maize grain

| Parameter (1)  | N– látky (2) | Vláknina (3) | Tuk (4) | Škrob (5) | Popol (6) | BNLV (7)  |
|----------------|--------------|--------------|---------|-----------|-----------|-----------|
|                | r (9)        |              |         |           |           |           |
| Úroda zrna (8) | –0,7901**    | 0,4709*      | 0,1176  | –0,0020   | 0,0262    | 0,3155    |
| N– látky       | –            | –0,3854      | –0,0135 | –0,1127   | 0,1866    | –0,6083** |
| Vláknina       | –            | –            | –0,0205 | –0,2445   | 0,3094    | –0,2363   |
| Tuk            | –            | –            | –       | –0,3512   | 0,5728**  | –0,5707** |
| Škrob          | –            | –            | –       | –         | –0,6444** | 0,4981*   |

(1) parameter, (2) crude protein, (3) crude fiber, (4) fat, (5) starch, (6) ash, (7) nitrogen free extract, (8) yield of grain, (9) correlation coefficient

**Tabuľka 8:** Energetická a dusíkatá hodnota zrna kukurice satej

**Table 8:** Energy and nitrogen value of grain maize

| Číslo (1)    | Varianty (2)                                                                  | Energetická hodnota (3)    |        |         |         | Dusíkatá hodnota (4)           |           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|---------|---------|--------------------------------|-----------|
|              |                                                                               | BE (5)                     | ME (6) | NEL (7) | NEV (8) | PDIN (9)                       | PDIE (10) |
|              |                                                                               | MJ·kg <sup>–1</sup> sušiny |        |         |         | g·kg <sup>–1</sup> sušiny (11) |           |
| 1            | nehnojený (12)                                                                | 18,68                      | 14,54  | 9,45    | 10,38   | 58,38                          | 117,04    |
| 2            | VK <sub>jesen 340</sub> (13)                                                  | 18,72                      | 14,55  | 9,45    | 10,37   | 55,77                          | 114,66    |
| 3            | VK <sub>jesen 170</sub> + VK <sub>jar 170</sub> (14)                          | 18,69                      | 14,55  | 9,45    | 10,38   | 55,72                          | 114,98    |
| 4            | VK <sub>jesen 170</sub> + VK <sub>jar 170</sub> + N <sub>jar 60LAD</sub> (15) | 18,72                      | 14,55  | 9,45    | 10,40   | 54,58                          | 114,06    |
| 5            | VK <sub>jesen 170</sub> (16)                                                  | 18,73                      | 14,59  | 9,45    | 10,41   | 53,51                          | 113,52    |
| 6            | VK <sub>jesen 170</sub> + N <sub>jar 60LAD</sub> (17)                         | 18,61                      | 14,47  | 9,40    | 10,32   | 51,53                          | 112,33    |
| 7            | VK <sub>jar 170</sub> (18)                                                    | 18,69                      | 14,47  | 9,39    | 10,29   | 64,33                          | 120,51    |
| 8            | VK <sub>jar 170</sub> + N <sub>jar 60LAD</sub> (19)                           | 18,66                      | 14,56  | 9,47    | 10,40   | 51,36                          | 112,25    |
| Priemer (20) |                                                                               | 18,69                      | 14,65  | 9,44    | 10,37   | 55,65                          | 114,92    |

(1) number, (2) treatment, (3) energy value, (4) nitrogen value, (5) gross energy, (6) metabolisable energy, (7) net energy of lactation, (8) net energy of gain (NEG), (9, 10) – protein degradable in intestine, (11) dry matter, (12) unfertilized, (13) autumn application vermicompost 340, (14) autumn application vermicompost 170 + spring application vermicompost 170, (15) autumn application vermicompost 170 + spring application vermicompost 170 + spring application of LAD (ammonium nitrate with dolomite) fertilizer, (16) autumn application vermicompost 170, (17) autumn application vermicompost + spring application of LAD fertilizer, (18) spring application vermicompost 170, (19) spring application vermicompost 170 + spring application of LAD fertilizer, (20) average

Priemerná hodnota netto energie výkrmu (NEV) v zrne kukurice bola 10,37 MJ·kg<sup>–1</sup> sušiny. Najvyššia hodnota NEV (10,41 MJ·kg<sup>–1</sup> sušiny) bola pri jesennej aplikácii vermicompostu s obsahom dusíka 170 kg·ha<sup>–1</sup>, na ktorom bola aj najvyššia brutto energia (18,73 MJ·kg<sup>–1</sup> sušiny) a metabolizovateľná energia (14,59 MJ·kg<sup>–1</sup> sušiny). So zvyšujúcim obsahom tuku v zrne kukurice sa zvyšovali hodnoty brutto energie (BE) ( $r = 0,7746^+$ ) a metabolizovateľnej energie (ME) ( $r = 0,7889^+$ ). Nami vypočítané hodnoty netto energie laktácie (NEL) a netto energie výkrmu (NEV) sú vyššie ako uvádzajú Sommer et al. (26), avšak na jednotlivých variantoch hnojenia sú hodnoty vyrovnané.

Pri hodnotení dusíkatých látok sa využíva PDI systém (skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve prežúvavcov), ktorý zohľadňuje mikrobiálnu fermentáciu v ba-

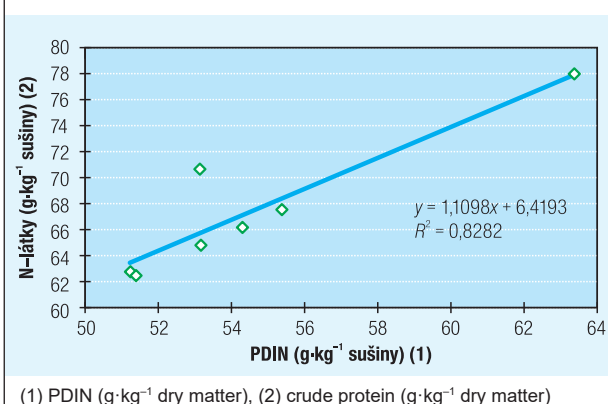
chore prežúvavcov, degradáciu N–látok i rozdielne využitie N–látok vstupujúcich do tenkého čreva (16).

Priemerná hodnota PDIN v zrne kukurice je 55,65 g·kg<sup>–1</sup> sušiny, čo je hodnota o 29,35 g·kg<sup>–1</sup> sušiny nižšia ako uvádzajú Sommer et al. (26). Najvyššia hodnota PDIN (64,33 g·kg<sup>–1</sup> sušiny) sa zistila pri jarnej aplikácii vermicompostu (var. 7) s najvyšším obsahom N–látok v zrne (77,93 g·kg<sup>–1</sup> sušiny).

Hodnota PDIE sa na jednotlivých variantoch hnojenia pohybovala od 112,25 g·kg<sup>–1</sup> sušiny (var. 8) do 120, 51 g·kg<sup>–1</sup> sušiny (var. 7). Sommer et al. (26) uvádzajú hodnotu PDIE v zrne kukurice vyššiu, t.j. 130 g·kg<sup>–1</sup> sušiny.

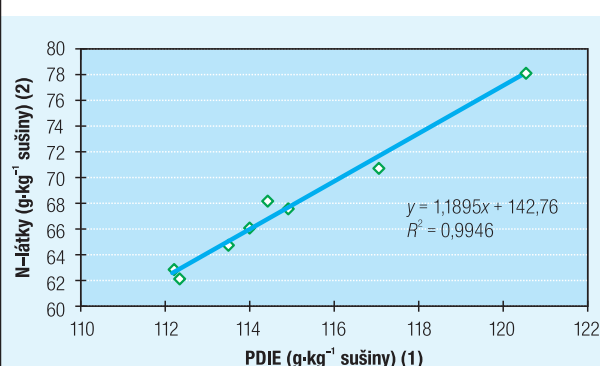
Zistila sa vysoká preukazná závislosť medzi obsahom N–látok a vypočítanými hodnotami PDIN ( $r = 0,9101^{**}$ ) a veľmi vysoká preukazná závislosť medzi obsahom N–látok a hodnotami PDIE ( $r = 0,9973^{***}$ ) (obr. 1, 2).

**Obr. 1:** Závislosť medzi obsahom N-látok a hodnotou PDIN  
**Fig. 1:** The relationships between the content of crude protein and PDIN value



(1) PDIN (g·kg<sup>-1</sup> dry matter), (2) crude protein (g·kg<sup>-1</sup> dry matter)

**Obr. 2:** Závislosť medzi obsahom N-látok a hodnotou PDIE  
**Fig. 2:** The relationships between the content crude protein and value PDIE



(1) PDIE (g·kg<sup>-1</sup> dry matter), (2) crude protein (g·kg<sup>-1</sup> dry matter)

## Záver

Jarná aplikácia vermikompostu na úrovni 170 kg·ha<sup>-1</sup> N nemá pri pestovaní kukurice sietej opodstatnenie. Naopak, uvedené hnojenie spojené s aplikáciou 60 kg dusíka vo forme priemyselného hnojiva rezultovalo do najvyššej úrody zrna kukurice. Účinok hnojenia kukurice vermikompostom na úrovni 340 kg·ha<sup>-1</sup> N nedosahuje účinok hnojenia v dávke 170 kg·ha<sup>-1</sup> N vo forme vermikompostu + 60 kg·ha<sup>-1</sup> N vo forme priemyselného N hnojiva. Účinnosť 60 kg·ha<sup>-1</sup> N vo forme priemyselného hnojiva je vyššia ako účinnosť 170 kg N vo forme vermikompostu.

Najvyššia hodnota netto energie laktácie (NEL = 10,41 MJ·kg<sup>-1</sup> sušiny) sa získala pri jarnej aplikácii dusíka v dávke 230 kg·ha<sup>-1</sup> vo forme vermikompostu a liadku amónneho s dolomitom (var. 8). Zrno kukurice obsahovalo na tomto variante vysoký obsah škrobu a bezdusíkatých látok výťažkových (BNLV). Medzi úrodou zrna a obsahom N-látok sme zistili vysoko preukaznú negatívnu korelačnú závislosť ( $r = -0,7901^{**}$ ).

Najvyššia hodnota netto energie výkrmu (NEV = 10,41 MJ·kg<sup>-1</sup> sušiny) bola pri jesennej aplikácii vermikompostu s obsahom dusíka 170 kg·ha<sup>-1</sup>, na ktorom bola aj najvyššia brutto energia (BE = 18,73 MJ·kg<sup>-1</sup> sušiny) a metabolizovateľná energia (ME = 14,59 MJ·kg<sup>-1</sup> sušiny). So zvyšujúcim obsahom tuku v zrne kukurice sa zvyšovali hodnoty brutto energie ( $r = 0,7746^{*}$ ) a metabolizovateľnej energie ( $r = 0,7889^{*}$ ).

Najvyššie hodnoty PDIN (64,33 g·kg<sup>-1</sup> sušiny) a PDIE (120,51 g·kg<sup>-1</sup> sušiny) sa zistili pri jarnej aplikácii vermikompostu (var. 7) s najvyšším obsahom N-látok v zrne (77,93 g·kg<sup>-1</sup> sušiny). Zistila sa vysoká preukazná závislosť medzi obsahom N-látok a vypočítanými hodnotami PDIN ( $r = 0,9101^{**}$ ) a veľmi vysoká preukazná závislosť medzi obsahom N-látok a hodnotami PDIE ( $r = 0,9973^{***}$ ).

## Literatúra

- (1) BÍRO, D. – JURÁČEK, M. – GÁLIK, B. – ŠIMKO, M. 2005. Analýza výživnej hodnoty nových hybridov kukurice sietej. Dni výživy zvierat. Nitra: SPU, 2005, s. 10–12. ISBN 80–8069–530–X.
- (2) BÍRO, D. 2006. Żywnienie krow dojnych podczas laktacji. In: Mikolajczak, J. et al.: Żywnienie bydla. Bydgoszcz: Wydawnictwa uczelniane Akademii techniczno-rolniczej, 2006, s. 146–178.
- (3) BÍRO, D. – GÁLIK, B. – ŠIMKO, M. et al. 2010. Porovnanie energetickej hodnoty zŕn obilnín stanovenej rozdielnymi metódami. In: Acta fytotechnica et zootechnica, 3/2010, s. 64–66.
- (4) BLASEL, H. M. – HOFFMAN, P. C. – SHAVER, R. D. 2006. Regree

of starch access. An enzymatic method to determine starch degradation potential of corn grain and corn silage. In Animal Fed Science and Technology, 119, 2006, s. 96–107.

(5) BREMMER, J.M. 1960. Determination of nitrogen soil by the Kjeldahl method. J. Agric. Sci., 55(1), 11–33.

(6) COOK, G. W. 1982. Fertilizing for maximum yield. 3<sup>rd</sup> edition. Granada: LSBS, 1982. 465 pp.

(7) DEVI, D. – AGARWAL, S. K. – DAYAL, D. 1998. Response of sunflower [*Helianthus annuus* (L.)] to organic manures and fertilizers. In Indian Journal of Agronomy, vol. 43, no. 3, pp. 469–473.

(8) DOMÍNGUEZ, J. – EDWARDS, C.A. – WEBSTER, M. 2000. Vermicomposting of sewage SLUDGE: effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia Andrei*. In Pedobiologia [online], vol. 44, no.1, pp. 24–32 [cit. 2012–12–13]. ISSN: 0031–4056.

(9) DUCHOŇ, F. – HAMPL, J. 1959. Agrochemie. Praha: ČSAZV, Státní zemědělské nakladatelství. 1959, 423 s.

(10) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra: SPU v spolupráci s Duslom, a. s., Šaľa. 452 s. ISBN 80–7137–777–5.

(11) FIALA, K. – KOBZA, J. – MATUŠKOVÁ, L. et al. 1999. Závazné metody rozborov pôd. Bratislava: VÚPOP, s. 142.

(12) GÁLIK, B. 2007. Nutričná hodnota biologicky a chemicky konzervovaného vlhkého zrna kukurice: dizertačná práca. Nitra: SPU, 2007, 104 s.

(13) GÁLIK, B. – BÍRO, D. – JURÁČEK, M. et al. 2010. Porovnanie energetickej hodnoty siláží vlhkého zrna stanovenej rozdielnymi metódami. In: Acta fytotechnica et zootechnica, 3/2010, s. 57–59.

(14) IVANIČ, J. – HAVELKA, B. – KNOP, K. 1984. Výživa a hnojenie rastlín. Bratislava: Príroda – Praha: SZN, 1984, 488 s.

(15) KMEŤOVÁ, M. – KOVÁČIK, P. 2014. The impact of vermicompost application on the yield parameters of maize (*Zea mays* L.) observed in selected phenological growth stages (BBCH–SCALE). Acta fytotechnica. Zootechn., 17, 2014, 4, s. 100–108.

(16) KODEŠ, A. – KOLÁŘ, P. – KRÁSA, A. et al. 1990. Moderní systémy výživy skotu. Praha: MZV ČR, 1990.

(17) KOVÁČIK, P. 2009. Výživa a systémy hnojení rostlin. Kurent, s.r.o., České Budějovice, 2009. 109 s. ISBN 978–80–87111–16–1.

(18) KOVÁČIK, P. 2005. Výživa a hnojenie rastlín v ekologickom poľnohospodárstve. In Lacko–Bartošová, M. et al. (eds). Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005, 575 s. ISBN 80–8069–556–3.

(19) KOVÁČIK, P. 2014. Princípy a metódy výživy rastlín. Nitra: SPU, 2014, 191 s.

(20) MEHLICH, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 15, 1409–1416.

(21) PADRŮNĚK, S. 2004. Kukuřice – energie, která se mění v mléko. In: Drevjany et al.: Holštýnský svět. Turnov: Unipress, 2004, s. 130–141.

(22) PETRIKOVIČ, P. – SOMMER, A. – ČEREŠŇÁKOVÁ, Z. et al. 2000. Výživná hodnota krmív. 1. vyd. Nitra: VÚŽV, 2000. ISBN 80–88872–12–X.

(23) POLÁKOVÁ, K. 2011. Výživa vysokoužitkových dojníc v tranzitním období. Disertační práce. Praha: ČZU, 2011.

(24) SENESI, S. 1989. Composted materials as organic fertilizers. In

Science of the Total Environment [online], vol. 81/82, pp. 521–542 [cit. 2012–12–12]. ISSN: 0048–9697.

(25) SCHIEMANN, R. – NEHRING, K. – HOFFMANN, L. et al. 1972. Energetische Futterbewertung und Energienormen. Berlin : VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1972.

(26) SOMMER, A. – ČEREŠŇÁKOVÁ, Z. – FRYDRICH, Z. et al. 1994. Potreba živín a výživná hodnota krmív pre hovädzí dobytok, ovce a kozy. 1. vyd. Nitra : VÚŽV, 1994, 116 s. ISBN 80–967057–1–7.

(27) SOUTH, J.B. – MORISSON, W.R. – NELSON, O. E. 1991. A relationship between amylose and lipid content of starches from various mutants for amylase content in maize. In Journal of Cereal Science, vol. 14, 1991, pp. 267–268.

(28) SUBLER, S. – EDWARDS, C.A. – METZGER, J.D. 1998. Comparing composts and vermicomposts. In Biocycle, vol. 39, pp. 63–66.

(29) ŠIMKO, M. et al. 2010. Sacharidy vo výžive prežúvavcov. Nitra : SPU, 2010. 141 s. ISBN 978–80–552–0337–9.

(30) Tjurin, I.V. 1966. K metodike analiza deya sravnitel'nogo izučeniya sostava počvennogo peregrnoja ili gumusa. Voprosy genezisa i plodorodija počv. Moskva: Nauka, 1966.

(31) ULRICHOVÁ, Z. – ČEREŠŇÁKOVÁ, Z. 2004. Degradácia škrobu a organickej hmoty zrna hybridov kukurice v rôznom štádiu zberu. In Proteiny 2004. Brno : MZLU, 2004, s. 194–199. ISBN 80–7157–779–0.

(32) VANĚK, V. – LOŽEK, O. et al. 2013. Výživa poľných a záhradných

plodín. Nitra : Profi Press SK, s.r.o. 2013, 175 s. ISBN 978–80–970572–3–7.

(33) WOŽŇIAK, L. 2003. Systém hnojenia a výživy rastlín v ekologickom poľnohospodárstve. In ŠIMČÁK, P. et al. (eds). Ekonomika výroby bioproduktov. 1. vyd., Nitra: SPU, 168 s. ISBN 80–8069–232–7.

(34) ZIMOLKA, J. – BALOUNOVÁ, M. – CERKAL, R. et al. 2008. Kukurice hlavná a alternatívna užitková smere. Praha: Profi Press, 199 s. ISBN 978–80–86726–31–1.

doc. Ing. Eva Hanáčková, PhD.,

SPU v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,

Katedra agrochémie a výživy rastlín,

Tr. A. Hlinku 2, 94901 Nitra,

e-mail: Eva.Hanackova@uniag.sk

Príspevok vznikol za podpory vedecko-výskumného projektu VEGA č. 1/0704/16: „Použitie kokónov

a dospelých jedincov dážďovky hnojnej

(Eisenia foetida) a vermikompostu

na zvýšenie úrod pestovaných rastlín

a pôdnej úrodnosti“.

## Porovnanie vplyvu jednorazovej a delenej dávky dusíka na výšku úrody a obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.)

## Comparison of single and divided dose of nitrogen and their effect on yield and oil content in seed of oilseed rape (*Brassica napus* L.)

**Mária Varényiová, Ladislav Ducsay**

*Monitoring the effect of single and divided dose of nitrogen on yield and oiliness of oilseed rape (*Brassica napus* L.) was the aim of experiment. The plot-scale experiment was based in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in terms of agricultural cooperative in Mojmirovce. Hybrid Artoga was seeded. There were three treatments of fertilization and the block method of experimental plot size of 600 m<sup>2</sup> in triplicate was used in this experiment. The first treatment was unfertilized control treatment. The second treatment was fertilized by divided dose of nitrogen 160 kg·ha<sup>-1</sup> and single dose of nitrogen 160 kg·ha<sup>-1</sup> was applied at treatment 3. Yield of seed and oiliness of rapeseed were greatly influenced by climatic conditions. Both experimental years were not equable in precipitation and temperatures. The lowest average yield 2.38 t·ha<sup>-1</sup> (at 12% moisture) was found at unfertilized control treatment. There were reached average yield 4.15 t·ha<sup>-1</sup> and 3.95 t·ha<sup>-1</sup>, at treatments 2 and 3. The difference is not statistically significant. The highest average oil content 45.36%*

*was observed at unfertilized control treatment. The second highest average oil content 44.69% was reached at treatment 3. There is any statistically significant difference, between treatments 2 and 3. The highest average oil production 1 853.82 kg·ha<sup>-1</sup> was found at treatment 2, where also the highest average yield was reached. But there is any statistically significant difference between treatments, where single and divided dose of nitrogen was used. The highest average nitrogen uptake 41.06 kg per 1 t of products was recorded at unfertilized control treatment. The highest average uptake of P, K, Ca, Mg and S was found at treatment 2. The highest average increment of seed yield 672.6 €·ha<sup>-1</sup> was observed at treatment 2.*

**oilseed rape, single dose of nitrogen, divided dose of nitrogen, yield, oiliness, nutrients uptake, efficiency of fertilization**

Kapusta repková pravá má veľmi významné postavenie v celosvetovej produkcii olejní (3). V porovnaní s obilninami má repka vyššie požiadavky na dusík, čím sa zaraďuje medzi najnáročnejšie plodiny, ktoré si ľahko osvojujú živiny z pôdy (8, 13). Na vyprodukovaní 1 t semena a príslušného množstva slamy odoberie z pôdy priemerne 50 kg dusíka, 11 kg fosforu, 50 kg draslíka, 35 kg vápnika, 6 kg horčíka, 18 kg síry a 0,3 kg bóru (5). Vo výžive olejnatých rastlín, predovšetkým repky, je dusík jedným z najdôležitejších prvkov (13). Dusík je základnou zložkou nukleových kyselín, bielkovín, nukleotidov, chromozómov, génov, ribozómov a ďalších iných enzýmov. Dostupnosť dusíka pre rastliny môže ovplyvňovať rast rastlín a vývojové aspekty, ako je klíčenie semien, vývoj listov, kvetov a plodov (15, 18). Výživa dusíkom je preto jednou zo základných podmienok dosiahnutia vysokých úrod (10). Je možné konštatovať, že dávka a počet aplikácií dusíkatého hnojiva je najdôležitejším faktorom, ktorý ovplyvňuje hmotnosť semien v šesuli a tým výšku úrody (6). Hnojenie dusíkom má vplyv aj na obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej. Jedným z najvýznamnejších faktorov, ktorý rozhoduje o produkcii semena a ekonomike pestovania kapusty repkovej pravej ozimnej je jej optimálna výživa realizovaná cez racionálne hnojenie (16). Z pohľadu ekonomiky je efektívnejšia jednorazová aplikácia, ak náklady na hnojivá nie sú príliš vysoké. Nesprávna aplikácia hnojiva, predov-



všetkým nevyužitý dusík má negatívny vplyv na životné prostredie. Významným zdrojom strát dusíka v pôde je nitrifikácia, ktorá spôsobuje oxidáciu amoniaku na dusičnany. Stratégie pre účinnejšie využitie dusíka v hnojivách predstavujú najmä špecifické metódy hnojenia, používanie efektívnych aplikačných metód a aplikáciu zlepšených dusíkatých hnojív obsahujúcich inhibítory (7). Jedným z takýchto hnojív je ENSIN, ktorý obsahuje inhibítory nitrifikácie DCD a TZ. Používanie tohto hnojiva môže pozitívne ovplyvniť výšku úrody a obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej. Používanie hnojív LAD (dusičnan amónny s dolomitom, 27% N) a DAM 390 (dusičnan amónny s močovinou, 39% N) môže byť tiež účinné. Vzhľadom k ich univerzálnosti sú predpokladom dosiahnutia vysokých úrod.

Efektívnosť hnojenia vyjadruje vzťah medzi dosiahnutým prírastkom úrody v dôsledku hnojenia a dávkami hnojív, resp. prírastkom nákladov vynaložených na hnojenie. Efektívnosť hnojenia môžeme vyjadrovať hodnotovo vo finančných jednotkách (€), vtedy hovoríme o ekonomickej efektívnosti, kde na vyjadrenie používame koeficient ekonomickej efektívnosti ( $K_{EE}$ ). Ak je efektívnosť hnojenia vyjadrená v naturálnych jednotkách (kg), ide o naturálnu efektívnosť, ktorá je vyjadrená koeficientom naturálnej efektívnosti (5).

## Materiál a metodika

Poloprevádzkový poľný pokus bol založený 2. 9. 2013 a 22. 8. 2014 v Mojmírovciach. V pokuse bola využitá bloková metóda s veľkosťou pokusnej parcely 600 m<sup>2</sup> v troch opakovaníach. Vysiaty bol hybrid Artoga. Výsevok predstavoval 0,45 mil. klíčivých semien na 1 hektár. Predplodinou v oboch pokusných rokoch bola pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Mojmírovce patria do kukuričnej výrobnjej oblasti s nadmorskou výškou 140 m n.m.. Táto oblasť je charakterizovaná ako veľmi teplá, suchá, s miernymi zimami. Priemerná ročná teplota v tejto oblasti je 11,9 °C s priemerným ročným úhrnom zrážok 436,7 mm. Podrobnejšia charakteristika klimatických podmienok v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 je uvedená v tabuľke 1, 2. Dávky živín boli stanovené na základe agrochemického rozboru pôdy. Agrochemický rozbor pôdy z 26. 8. 2013 a 15. 8. 2014 je uvedený v tabuľke 3.

V poloprevádzkovom poľnom pokuse bol sledovaný vplyv delenej a jednorazovej dávky dusíka na výšku úrody, obsah a produkciu oleja kapusty repkovej pravej. Zároveň bol vyhodnotený odber živín semenom a slamou a ekonomika hnojenia. Pokus pozostával z 3 variantov. Prvý variant bol kontrolný, nehnojený. Druhý variant bol hnojený liadkom amónnym s dolomitom (LAD, 27% N) v rastovej fáze BBCH 20 a dusičnanom amónnym s močovinou (DAM 390, 39% N) v rastových fázach BBCH 30 a BBCH 51. Na variant 3 bol aplikovaný dusičnan amónny so síranom amónnym a inhibítormi nitrifikácie (ENSIN, 26% N) v rastovej fáze BBCH 20. Jednotlivé dávky živín sú uvedené v tabuľke 4.

Pôdne analýzy boli uskutočnené bežnými analytickými metódami. Zber úrody sa uskutočnil kombajnom Claas Lexion 770 25. 6. 2014 a 7. 7. 2015. Obsah oleja bol stanovený podľa STN 4610111–28 extrakciou vhodným extrahovadlom (petroléter 50/70) na extrakčnom prístroji DET–GRAS N (P Selecta). Po vyextrahovaní sa extrahovadlo oddestilovalo a získaný olej sa vysušil a odvážil. Obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej bol následne vypočítaný podľa vzorca:

$$W = (m_1 / m_2) \times 100$$

$m_1$  = hmotnosť vyextrahovaného oleja v g,

$m_2$  = navážka vzorky v g.

Na vyjadrenie ekonomickej efektívnosti bol použitý koeficient ekonomickej efektívnosti ( $K_{EE}$ ), ktorý bol vypočítaný podľa vzorca:

$$K_{EE} = P / N$$

$P$  = prírastok úrody v dôsledku hnojenia v €·ha<sup>-1</sup>,

$N$  = prírastok nákladov na hnojenie v €·ha<sup>-1</sup>.

Na vyjadrenie naturálnej efektívnosti hnojenia bol použitý koeficient naturálnej efektívnosti ( $K_{NE}$ ), ktorý bol vypočítaný podľa vzorca:

$$K_{NE} = U / \bar{z}$$

$U$  = prírastok úrody v dôsledku hnojenia v kg,

$\bar{z}$  = dávka živiny v kg.

Dosiahnuté úrody a obsah oleja boli vyhodnotené štatisticky metódou analýzy rozptylu a následne bola testovaná preukaznosť rozdielov medzi variantmi LSD testom v programe Statgraphics Plus 5.1.

## Výsledky a diskusia

V pokuse založenom v Mojmírovciach v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 bola najnižšia priemerná úroda 2,38 t·ha<sup>-1</sup> (pri vlhkosti 12%) zaznamenaná na nehnojenom, kontrolnom variante 1 (tab. 5). V porovnaní s nehnojeným, kontrolným variantom priniesla delená a jednorazová dávka dusíka 160 kg·ha<sup>-1</sup> zvýšenie úrody o 74,37% a 65,97%. Najvyššia priemerná úroda 4,15 t·ha<sup>-1</sup> bola dosiahnutá na variante 2, kde bola aplikovaná delená dávka dusíka 160 kg·ha<sup>-1</sup>. V porovnaní s variantom 3, kde bola aplikovaná rovnaká, jednorazová dávka dusíka to predstavuje nárast o 5,06%, rozdiel medzi variantmi je však štatisticky nepreukazný. Podobne, Slamka–Ložek (14) zistili na variante hnojenom jednorazovo hnojivom ENSIN nepreukazné zvýšenie úrody o 3% v porovnaní s variantom, kde bola aplikovaná delená dávka rovnakého hnojiva (DASA 26/13) bez inhibítorov nitrifikácie, čím sa potvrdilo, že prítomnosť inhibítorov nepôsobila retardačne na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej. Naopak, výsledky viacerých prác dokazujú, že jedinou zárukou optimálnych, stabilných úrod je hnojenie dusíkom rozdelené do troch dávok (1, 2). V medzioročnom porovnaní úrod pokusu v Mojmírovciach bol, kvôli nevyrovnaným klimatickým podmienkam, zistený štatisticky vysoko preukazný rozdiel (tab. 6). V porovnaní s pokusným rokom 2013–2014 bola priemerná úroda v pokusnom roku 2014–2015 o 41,86% nižšia.

Dusík je hlavnou zložkou bielkovín. Zvyšovaním dávky dusíka sa zvyšuje obsah bielkovín na úkor obsahu oleja (11). Rathke et al. (12) zistil najvyšší obsah oleja na nehnojenom, kontrolnom variante, pričom najnižší obsah oleja zaznamenal na variante, kde bola aplikovaná najvyššia dávka dusíka. Podobne v pokuse v Mojmírovciach v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 bol najvyšší priemerný obsah oleja 45,36% zaznamenaný na nehnojenom, kontrolnom variante 1 (tab. 7). Na variante 3, kde bol dusík aplikovaný jednorazovo vo forme hnojiva ENSIN, obsah oleja predstavoval 44,69%, čo znamená pokles o 2,01% v porovnaní s nehnojeným, kontrolným variantom. Rozdiel medzi variantmi je štatisticky nepre-

**Tabuľka 1:** Priemerné množstvo zrážok v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach (hodnotenie normality množstva mesačných zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982–2013)

**Table 1:** The average monthly precipitation in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce (the evaluation of month precipitation normality according to the long-term average of 1982–2013)

| Mesiac (1) | Dlhodobý priemer (2) | 2013            |                          | 2014        |                       | 2015        |                      |
|------------|----------------------|-----------------|--------------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------------------|
|            |                      | zrážky (mm) (3) | hodnotenie normality (4) | zrážky (mm) | hodnotenie normality  | zrážky (mm) | hodnotenie normality |
| I.         | 32,9                 | 67,3            | veľmi vlhký (5)          | 38,2        | normálny              | 82,0        | mimoriadne vlhký     |
| II.        | 29,2                 | 70,1            | veľmi vlhký              | 39,5        | normálny              | 18,5        | normálny             |
| III.       | 31,9                 | 71,0            | veľmi vlhký              | 19,5        | normálny              | 31,5        | normálny             |
| IV.        | 36,9                 | 45,5            | normálny (6)             | 51,5        | vlhký                 | 19,5        | suchý                |
| V.         | 60,5                 | 104,2           | vlhký (7)                | 84,7        | vlhký                 | 74,5        | normálny             |
| VI.        | 59,0                 | 21,5            | veľmi suchý (8)          | 34,6        | suchý (10)            | 8,0         | mimoriadne suchý     |
| VII.       | 55,3                 | 0,0             | mimoriadne suchý (9)     | 56,2        | normálny              | 19,0        | veľmi suchý          |
| VIII.      | 48,7                 | 56,5            | normálny                 | 116,1       | mimoriadne vlhký (11) | 74,4        | vlhký                |
| IX.        | 46,1                 | 59,5            | normálny                 | 107,2       | veľmi vlhký           | 63,5        | normálny             |
| X.         | 35,9                 | 31,4            | normálny                 | 38,0        | normálny              | –           | –                    |
| XI.        | 45,4                 | 89,5            | veľmi vlhký              | 21,5        | suchý                 | –           | –                    |
| XII.       | 42,3                 | 8,5             | veľmi suchý              | 67,5        | vlhký                 | –           | –                    |

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

**Tabuľka 2:** Priemerné mesačné teploty v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach (hodnotenie normality množstva mesačných zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982–2013)

**Table 2:** The average monthly temperatures in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce (the evaluation of month air temperature normality according to the long-term average of 1982–2013)

| Mesiac (1) | Dlhodobý priemer (2) | 2013             |                          | 2014         |                         | 2015         |                      |
|------------|----------------------|------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|--------------|----------------------|
|            |                      | teplota (°C) (3) | hodnotenie normality (4) | teplota (°C) | hodnotenie normality    | teplota (°C) | hodnotenie normality |
| I.         | 0,9                  | –0,7             | normálny (5)             | –0,5         | normálny                | –0,6         | normálny             |
| II.        | 0,5                  | 2,3              | normálny                 | 2,5          | normálny                | –0,6         | studený (11)         |
| III.       | 5,0                  | 3,6              | normálny                 | 3,6          | normálny                | 2,5          | studený              |
| IV.        | 10,9                 | 11,7             | normálny                 | 7,6          | veľmi studený (9)       | 4,2          | mimoriadne studený   |
| V.         | 15,9                 | 17,2             | normálny                 | 11,2         | mimoriadne studený (10) | 10,2         | mimoriadne studený   |
| VI.        | 18,7                 | 20,7             | teplý (6)                | 14,2         | mimoriadne studený      | 14,9         | mimoriadne studený   |
| VII.       | 20,9                 | 23,6             | mimoriadne teplý (7)     | 17,2         | mimoriadne studený      | 17,4         | mimoriadne studený   |
| VIII.      | 20,5                 | 23,9             | mimoriadne teplý         | 16,2         | mimoriadne studený      | 18,2         | studený              |
| IX.        | 15,6                 | 17,5             | teplý                    | 12,8         | veľmi studený           | 13,1         | studený              |
| X.         | 10,3                 | 13,7             | mimoriadne teplý         | 9,3          | normálny                | –            | –                    |
| XI.        | 4,8                  | 7,0              | veľmi teplý (8)          | 5,5          | normálny                | –            | –                    |
| XII.       | 0,3                  | 3,4              | veľmi teplý              | 0,6          | normálny                | –            | –                    |

(1) month, (2) long-term average, (3) temperature (°C), (4) evaluation of normality, (5) normal, (6) warm, (7) extraordinary warm, (8) very warm, (9) very cold, (10) extraordinary cold, (11) cold

kazný. Rovnako, v inom dvojročnom pokuse použitie hnojiva ENSIN nepreukazuje znížilo obsah oleja (14).

Celkovo však medzi jednotlivými pokusnými rokmi, v pokuse realizovanom v Mojmírovciach, bol zistený štatisticky vysoko preukazný rozdiel, pričom v pokusnom roku 2013–2014 bol, vďaka priaznivým klimatickým podmienkam v porovnaní s pokusným rokom 2014–2015, obsah oleja o 6,87% vyšší (tab. 8).

Vo výživárskych pokusoch sa často uvádza aj prepočet percentuálneho obsahu oleja na  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  – produkcia oleja semenom kapusty repkovej pravej, ktorá je v úzkej korelácii s výškou úrody a obsahom oleja. Fábry et al. (4) zistil, že pri jarnej aplikácii dusíka rastie olejnatosť do hranice 100–150  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  a až po prekročení tejto hranice klesá, zároveň však rastie úroda, čo prináša zvýšenie produkcie oleja na hektár. Produkcia oleja v pokusných rokoch

2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach je uvedená v tabuľke 9. Keďže produkcia oleja je v užšej závislosti od výšky úrody, najvyššia priemerná produkcia oleja 1 853,82  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  bola zistená na variante 2, kde bola zároveň dosiahnutá najvyššia priemerná úroda. Na variante 3, kde bola aplikovaná jednorazová dávka hnojiva ENSIN, produkcia oleja predstavovala 1 780,14  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , čo je v porovnaní s variantom 2 pokles o 3,97%. Rozdiel medzi variantmi je štatisticky nepreukazný. Najnižšia priemerná produkcia oleja 1 102,61  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  bola zistená na kontrolnom, nehnojenom variante 1. V porovnaní s variantom 2 a 3 je rozdiel štatisticky vysoko preukazný. Podobné výsledky boli zaznamenané aj inom pokuse s kapustou repkovou pravou, kde jednorazová aplikácia hnojiva ENSIN priniesla zvýšenie produkcie oleja o 67% v porovnaní s kontrolným, nehnojeným variantom. V porovnaní

**Tabuľka 3:** Agrochemická charakteristika pôdy zo dňa 26. 8. 2013 a 15. 8. 2014 pred založením pokusu s kapustou repkovou pravou v hĺbke 0 m–0,3 m v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach

**Table 3:** Agrochemical characteristic of the soil dated 26 August 2013 and 15 August 2014 before setting the experiment with oilseed rape to a depth of 0 m–0,3 m in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce

| Druh rozboru pôdy<br>(1)                                                                                  | Obsah živín v mg·kg <sup>-1</sup> (2) |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|                                                                                                           | 2013–2014                             | 2014–2015 |
| N <sub>an</sub> – anorganický dusík = N–NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> a N–NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (3) | 11,4                                  | 7,0       |
| N–NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (kolorimetricky, Nesslerove činidlo) (4)                                   | 4,8                                   | 3,8       |
| N–NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (kolorimetricky, kyselina fenol 2,4 disulfónová) (5)                       | 6,6                                   | 3,2       |
| P – prístupný (Mehlich III – kolorimetricky) (6)                                                          | 17,5                                  | 27,5      |
| K – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (7)                                                    | 165,0                                 | 232,5     |
| Mg – prístupný (Mehlich III–AAS) (8)                                                                      | 393,0                                 | 352,6     |
| Ca – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria) (9)                                                   | 5 450,0                               | 2 170,0   |
| S – v roztoku octanu amónneho (10)                                                                        | 2,5                                   | 1,3       |
| pH/KCl (0,2 mol·dm <sup>-3</sup> KCl) (11)                                                                | 6,6                                   | 6,8       |

(1) type of soil analysis, (2) content of available nutrients, (3) N<sub>an</sub> = N<sub>min</sub> = 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 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach

**Table 4:** Treatments of oilseed rape nutrition (hybrid Artoga) in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce

| Variant<br>(1) | Úroveň hnojenia (2)         |                             |                             | Celková<br>dávka N<br>v kg·ha <sup>-1</sup> (3) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|
|                | BBCH 20<br>(4)              | BBCH 30<br>(5)              | BBCH 51<br>(6)              |                                                 |
|                | N<br>(kg·ha <sup>-1</sup> ) | N<br>(kg·ha <sup>-1</sup> ) | N<br>(kg·ha <sup>-1</sup> ) | Σ N (kg·ha <sup>-1</sup> )                      |
| 1              | 0                           | 0                           | 0                           | 0                                               |
| 2              | 80                          | 50                          | 30                          | 160                                             |
| 3              | 160                         | 0                           | 0                           | 160                                             |

(1) treatments of the experiment, (2) fertilization level, (3) the total spring dose of N in kg·ha<sup>-1</sup>, (4) regenerative fertilization, (5) production fertilization, (6) qualitative fertilization, (7) BBCH (growth stage scale–oilseed rape) 20: no side shoots, (8) BBCH 30: beginning of stem elongation: no internodes (rosette), (9) BBCH 51: flower buds visible from above ("green bud")

**Tabuľka 5:** Vplyv hnojenia dusíkom na úrodu semena (vlhkosť 12%) kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pestovateľských rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach

**Table 5:** Effect of nitrogen fertilization on yield (12% moisture) of oilseed rape (hybrid Artoga) in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce

| Variant<br>(1)      | Úroda (t·ha <sup>-1</sup> ) (2) |               |                                               |                    |
|---------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|--------------------|
|                     | 2013–<br>2014                   | 2014–<br>2015 | Priemer rokov<br>2013–2014 a<br>2014–2015 (3) | Relatívne<br>% (4) |
| 1                   | 3,41                            | 1,35          | 2,38 aA                                       | 100,00             |
| 2                   | 4,81                            | 3,49          | 4,15 bB                                       | 174,37             |
| 3                   | 5,04                            | 2,87          | 3,95 bB                                       | 165,97             |
| LSD<br>varianty (5) | 0,05                            | –             | 0,40                                          | –                  |
|                     | 0,01                            | –             | 0,58                                          | –                  |

(1) treatment, (2) yield (t·ha<sup>-1</sup>), (3) average 2013–2014 and 2014–2015, (4) relatively %, (5) LSD treatments

s variantom, kde bolo aplikované rovnaké hnojivo (DASA 26/13) bez inhibítorov nitrifikácie, bola produkcia oleja vyššia o 3% (14).

**Tabuľka 6:** Štatistické vyhodnotenie úrod (vlhkosť 12%) kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach (priemer variantov)

**Table 6:** Statistical evaluation of yield (12% moisture) of oilseed rape (hybrid Artoga) in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce (average of treatments)

| Rok (1)   | Úroda<br>(t·ha <sup>-1</sup> ) (2) | LSD test <sub>0,05</sub><br>(3) | LSD test <sub>0,01</sub><br>(4) |
|-----------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 2013–2014 | 4,42 bB                            | 0,33                            | 0,48                            |
| 2014–2015 | 2,57 aA                            |                                 |                                 |

(1) year, (2) yield (t·ha<sup>-1</sup>), (3) LSD years

**Tabuľka 7:** Vplyv hnojenia dusíkom na obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pestovateľských rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach

**Table 7:** Effect of nitrogen fertilization on oil content in seed of oilseed rape (hybrid Artoga) in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce

| Variant (1)           | Obsah oleja (%) (2) |               |                                               |                    |
|-----------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------------------|--------------------|
|                       | 2013–<br>2014       | 2014–<br>2015 | Priemer rokov<br>2013–2014 a<br>2014–2015 (3) | Relatívne<br>% (4) |
| 1                     | 47,41               | 43,32         | 45,36 bA                                      | 100,00             |
| 2                     | 45,91               | 43,00         | 44,45 aA                                      | 97,99              |
| 3                     | 45,99               | 43,41         | 44,69 abA                                     | 98,52              |
| LSD va-<br>rianty (5) | 0,05                | –             | 0,77                                          | –                  |
|                       | 0,01                | –             | 1,12                                          | –                  |

(1) treatment, (2) oil content (%), (3) average 2013–2014 and 2014–2015, (4) relatively %, (5) LSD treatments

**Tabuľka 8:** Štatistické vyhodnotenie obsahu oleja v semene kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach (priemer variantov)

**Table 8:** Statistical evaluation of oil content in rapeseed (hybrid Artoga) in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce (average of treatments)

| Rok (1)   | Obsah oleja<br>(%) (2) | LSD test <sub>0,05</sub> (3) | LSD test <sub>0,01</sub><br>(4) |
|-----------|------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 2013–2014 | 46,43 bB               | 0,63                         | 0,92                            |
| 2014–2015 | 43,24 aA               |                              |                                 |

(1) year, (2) oil content (t·ha<sup>-1</sup>), (3) LSD years

**Tabuľka 9:** Vplyv hnojenia dusíkom na produkciu oleja semenom kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pestovateľských rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach**Table 9:** Effect of nitrogen fertilization on oil production by rapeseed (hybrid Artoga) in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce

| Variant (1)      |      | Produkcia oleja (kg·ha <sup>-1</sup> ) (2) |           |                                         |                 |
|------------------|------|--------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------|-----------------|
|                  |      | 2013–2014                                  | 2014–2015 | Priemer rokov 2013–2014 a 2014–2015 (3) | Relatívne % (4) |
| 1                |      | 1 617,04                                   | 588,19    | 1 102,61 aA                             | 100,00          |
| 2                |      | 2 208,29                                   | 1 499,34  | 1 853,82 bB                             | 168,13          |
| 3                |      | 2 317,88                                   | 1 242,39  | 1 780,14 bB                             | 161,45          |
| LSD varianty (5) | 0,05 | –                                          | –         | 175,42                                  | –               |
|                  | 0,01 | –                                          | –         | 255,25                                  | –               |

(1) treatment, (2) oil production (kg·ha<sup>-1</sup>), (3) average 2013–2014 and 2014–2015, (4) relatively %, (5) LSD treatments**Tabuľka 10:** Štatistické vyhodnotenie produkcie oleja semenom kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach (priemer variantov)**Table 10:** Statistical evaluation of oil production by rapeseed (hybrid Artoga) in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce (average of treatments)

| Rok (1)   | Produkcia oleja (kg·ha <sup>-1</sup> ) (2) | LSD test <sub>0,05</sub> (3) | LSD test <sub>0,01</sub> |
|-----------|--------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 2013–2014 | 2 047,73 bB                                | 143,23                       | 208,41                   |
| 2014–2015 | 1 109,97 aA                                |                              |                          |

(1) year, (2) oil production (kg·ha<sup>-1</sup>), (3) LSD years**Tabuľka 11:** Odber živín semenom a slamou kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach**Table 11:** Uptake of nutrients by seed and straw of oilseed rape in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce

| Variant (1) | Zberový produkt (2) | Odber živín 1 t úrody kapusty repkovej pravej (3) |        |        |        |        |        |
|-------------|---------------------|---------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|             |                     | N                                                 | P      | K      | Ca     | Mg     | S      |
| 1           | Semenom (4)         | 32,97                                             | 4,58   | 5,91   | 1,89   | 2,51   | 2,10   |
|             | Slama (5)           | 8,09                                              | 0,84   | 11,39  | 17,69  | 2,70   | 2,66   |
|             | Semenom + slama (6) | 41,06                                             | 5,42   | 17,3   | 19,58  | 5,21   | 4,76   |
| 2           | Semenom             | 31,97                                             | 4,87   | 5,94   | 1,47   | 2,24   | 1,91   |
|             | Slama               | 8,85                                              | 2,15   | 17,54  | 16,78  | 4,36   | 3,40   |
|             | Semenom + slama     | 40,82                                             | 7,02   | 23,48  | 18,25  | 6,60   | 5,31   |
| 3           | Semenom             | 29,87                                             | 4,50   | 5,98   | 1,42   | 2,13   | 2,04   |
|             | Slama               | 7,83                                              | 0,68   | 16,58  | 13,03  | 3,51   | 2,94   |
|             | Semenom + slama     | 37,70                                             | 5,18   | 22,56  | 14,45  | 5,64   | 4,98   |
| Relatívne % |                     |                                                   |        |        |        |        |        |
| 1           | Semenom             | 100,00                                            | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
|             | Slama               | 100,00                                            | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
|             | Semenom + slama     | 100,00                                            | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 2           | Semenom             | 96,97                                             | 106,33 | 100,51 | 77,78  | 89,24  | 90,95  |
|             | Slama               | 109,39                                            | 255,95 | 153,99 | 94,86  | 161,48 | 127,82 |
|             | Semenom + slama     | 99,42                                             | 129,52 | 135,72 | 93,21  | 126,68 | 111,55 |
| 3           | Semenom             | 90,59                                             | 98,25  | 101,18 | 75,13  | 84,86  | 97,14  |
|             | Slama               | 96,79                                             | 80,95  | 145,57 | 73,66  | 130,00 | 110,53 |
|             | Semenom + slama     | 91,82                                             | 95,57  | 130,40 | 73,79  | 108,25 | 104,62 |

(1) treatment, (2) product, (3) nutrient uptake in kg·ha<sup>-1</sup> (4) seed, (5) straw, (6) seed + straw

Rozdiel medzi jednotlivými rokmi v pokuse v Mojmírovciach bol štatisticky vysoko preukazný (tab. 10). Produkcia oleja v prvom pokusnom roku bola o 45,80% vyššia ako v druhom pokusnom roku.

Hnojenie kapusty repkovej pravej ozimnej dusíkom má významný vplyv aj na odber živín úrodou hlavného (semeno) a vedľajšieho (slama) produktu repky (17). Odber živín úrodou kapusty repkovej pravej v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach je uvedený v tabuľke 11.

Najvyšší priemerný odber dusíka semenom a slamou 41,06 kg na 1 t úrody bol zaznamenaný na nehnojenom, kontrolnom variante 1. Podobne, Ložek (9) zistil odber dusíka semenom kapusty repkovej pravej na nehnojenom kontrolnom variante 23,5 kg·ha<sup>-1</sup>. Naopak, Barlog–Grzebisz (1) v poľnom pokuse zaznamenali na kontrolnom, nehnojenom variante odber dusíka semenom repky 67,9 kg·ha<sup>-1</sup>. Na variante s celkovou dávkou dusíka 160 kg·ha<sup>-1</sup> bol odber dusíka semenom ozimnej repky 108,5 kg·ha<sup>-1</sup>. Celkovo bol najvyšší priemerný odber všetkých



**Tabuľka 12:** Koeficient ekonomickej a prírodnej efektívnosti variantov pokusu v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach  
**Table 12:** Coefficient of economic and natural efficiency of treatments of experiment in experimental years 2013–2014 and 2014–2015 in Mojmírovce

| Variant (1) | Prírastok úrody semena (2) |                    | Náklady na hnojivá a ich aplikáciu (3) | $K_{EE}$ (4) | $K_{NE}$ (6) |
|-------------|----------------------------|--------------------|----------------------------------------|--------------|--------------|
|             | t·ha <sup>-1</sup>         | €·ha <sup>-1</sup> | €·ha <sup>-1</sup>                     |              |              |
| 1           | –                          | –                  | –                                      | –            | –            |
| 2           | 1,77                       | 672,6              | 172,47                                 | 3,89         | 11,06        |
| 3           | 1,57                       | 596,6              | 201,38                                 | 2,96         | 9,81         |

(1) treatment, (2) increment of seed yield, (3) costs for fertilizers and their application, (4) coefficient of economic efficiency, (5) coefficient of natural efficiency

**Použité ceny:**

• 1 t semena ozimnej repky = 380 €

• 1 t LAD = 250 €

• 1 t DAM 390 = 264 €

• 1 t ENSIN = 311 €

• náklady na aplikáciu LAD = 8 €·ha<sup>-1</sup>

• náklady na aplikáciu DAM 390 = 10 €·ha<sup>-1</sup>

• náklady na aplikáciu ENSIN = 10 €·ha<sup>-1</sup>

**Applied prices:**

• 1 t of rapeseed = 380 €

• 1 t DAN (dolomite-ammonium nitrate) = 250 €

• 1 t UAN 390 (urea ammonium nitrate) = 264 €

• 1 t ENSIN = 311 €

• costs for application of DAN = 8 €·ha<sup>-1</sup>

• costs for application of UAN = 10 €·ha<sup>-1</sup>

• costs for application of ENSIN = 10 €·ha<sup>-1</sup>

živín zaznamenaný na variante 2, kde bola aplikovaná delená dávka dusíka 160 kg·ha<sup>-1</sup>.

Veľmi dôležitým ukazovateľom pri pestovaní kapusty repkovej pravej je aj ekonomická a prírodná efektívnosť vyjadrená koeficientom ekonomickej efektívnosti a koeficientom prírodnej efektívnosti. Šrojtová (16) uvádza ako najefektívnejší spôsob hnojenia kapusty repkovej pravej ten, ktorý pozostával z delených dávok dusíka pre regeneračné, produkčné a kvalitatívne hnojenie, pričom úroveň dávok dusíka závisela od obsahu anorganického dusíka v pôde. Pri takomto spôsobe hnojenia bola dosiahnutá aj najlepšia ekonomická bilancia pestovania kapusty repkovej pravej ozimnej. Koeficienty ekonomickej a prírodnej efektívnosti hnojenia kapusty repkovej pravej v pokusných rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v Mojmírovciach sú uvedené v tabuľke 12. Vplyvom delenej celkovej dávky dusíka 160 kg·ha<sup>-1</sup> sa oproti nehnojenému, kontrolnému variantu úroda zvýšila o 1,77 t·ha<sup>-1</sup>, pri  $K_{EE}$  = 3,89 a  $K_{NE}$  = 11,06. Na variante 3, kde bola aplikovaná jednorazová dávka dusíka 160 kg·ha<sup>-1</sup> sa úroda, v porovnaní s nehnojeným, kontrolným variantom, zvýšila o 1,57 t·ha<sup>-1</sup>, pri  $K_{EE}$  = 2,96 a  $K_{NE}$  = 9,81. Podobné výsledky zaznamenali Slamka–Ložek (14). Na variante, ktorý bol hnojený dusíkom vo forme DASA rozdeleným do troch dávok bol  $K_{EE}$  a  $K_{NE}$  vyšší ako na variante, kde bola aplikovaná jednorazová dávka hnojiva ENSIN, hoci aplikácia hnojiva ENSIN priniesla vyšší prírastok úrody, t.j. o 67%.

## Záver

V poloprevádzkovom pokuse založenom v rokoch 2013–2014 a 2014–2015 v podmienkach PD Mojmírovce bol sledovaný vplyv jednorazovej a delenej dávky dusíka na výšku úrody a olejnatosť semien kapusty repkovej pravej. Rovnako bola vyhodnotená aj ekonomická a prírodná efektívnosť hnojenia a odber živín hlavným a vedľajším zberovým produktom. V pokuse bol potvrdený silný vplyv nevyrovnaných klimatických podmienok na výšku úrody a olejnatosť semien. Na variantoch 2 a 3, kde bola apliko-

vaná delená a jednorazová dávka dusíka 160 kg·ha<sup>-1</sup> priemerná úroda predstavovala 4,15 t·ha<sup>-1</sup> a 3,95 t·ha<sup>-1</sup>. V porovnaní s nehnojeným, kontrolným variantom je to nárast o 74,37% a 65,97%. Delená dávka dusíka, v porovnaní s jednorazovou dávkou, nepriniesla preukazne vyššiu úrodu. Rovnako to bolo aj s produkciou oleja, ktorá úzko súvisí s výškou úrody. Priemerná produkcia oleja na variantoch 2 a 3 predstavovala 1 853,82 kg·ha<sup>-1</sup> a 1 780,14 kg·ha<sup>-1</sup>. Najvyšší priemerný obsah oleja 45,36% bol zaznamenaný na nehnojenom, kontrolnom variante. V porovnaní s variantom 3, kde bola aplikovaná jednorazová dávka dusíka a obsah oleja bol 44,69% je rozdiel štatisticky nepreukazný. Najvyšší priemerný odber dusíka 41,06 kg na 1 oboch zberových produktov bol zistený na nehnojenom, kontrolnom variante. Najvyšší priemerný odber P, K, Ca, Mg a S bol zaznamenaný na variante 2, kde bola aplikovaná delená dávka dusíka. Z ekonomického hľadiska bol efektívnejší variant 2, kde bol dusík aplikovaný v troch dávkach. Uvedený spôsob hnojenia priniesol prírastok 672,6 €·ha<sup>-1</sup> v porovnaní s nehnojeným, kontrolným variantom 1 a v porovnaní s variantom, kde bola aplikovaná jednorazová dávka dusíka to predstavuje zvýšenie o 76,0 €·ha<sup>-1</sup>.

## Literatúra

- (1) BARLÓG, P. – GRZEBISZ, W. 2004. Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190(5): 300–313.
- (2) BOELCE, B. – LEON, J. – SCHULZ, R. R. – SCHRÖDER, G. – DIEPENBROCK, W. 2006. Yield Stability of Winter Oil–Seed Rape (*Brassica napus* L.) as Affected by Stand Establishment and Nitrogen Fertilization. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 167(4): 241–248.
- (3) BORECKÝ, V. – STIFFEL, R. 1995. Olejniny. ÚVTIP, Nitra. 129 s.
- (4) FÁBRY, A. a kol. 1992. Olejniny. MZ ČR, České Budějovice, Praha. 357 s. ISBN 80–7084–043–9.
- (5) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. SPU v Nitre a Duslo, a.s., Šaľa, Nitra. 452 s. ISBN 80–7137–777–5.
- (6) KAZEMEINI, S. A. – HAMZEHZARGHANI, H. – EDALAT, M. 2010. The impact of nitrogen and organic mater on winter canola seed yield and yield components. *Australian Journal of Crop Science*, 4(5): 335–342.
- (7) LADHA, J. K. – PATHAK, H. – KRUPNIK, T. J. – SIX, J. – VAN KESSEI, CH. 2005. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: Retrospects and prospects. *Advances in Agronomy*, 87: 85–156.
- (8) LOŠÁK, T. 2003. Vliv výživy dusíkem a sírou na výnos semena a olejnatost' ozimé řepky. Sborník z konference „Racionální použití hnojiv“. ČZU, Praha. s. 114–118.
- (9) LOŽEK, O. 2003. Efektívnosť horčika vo výžive repky olejky. SPU v Nitre, Nitra, [online], [cit. 2015–11–24]. Dostupné na: <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/olejniny/horcik.html>
- (10) ORLOVIUS, K. – KIRGBY, E.A. 2003. Fertilizing for High Yield and Quality Oilseed rape. *International Potash Institute*, Zug. pp. 123.
- (11) ÖZTÜRK, O. 2010. Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(1): 132–141.
- (12) RATHKE, G. W. – BEHRENS, T. – DIEPENBROCK, W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture, Ecosystems and Environ-*

ment, 117: 80–108.

(13) RATHKE, G. W. – CHRISTEN, O. – DIEPENBROCK, W. 2005. Effects of nitrogen sources and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotation. *Field Crops Research*, 94(2–3): 103–113.

(14) SLAMKA, P. – LOŽEK, O. 2015. Vplyv hnojiva Ensin na úrodu semena kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.) a obsah dusičnanov v pôde. *Agrochémia*, 55(2): 12–17.

(15) STITT, M. – MULLER, C. – MATT, P. – GIBON, Y. – CARILLO, P. – MORCUENDE, R. – SCHEIBLE, W. R. – KRAPP, A. 2002. Steps towards an integrated view of nitrogen metabolism. *Journal of Experimental Botany*, 53(370): 959–970.

(16) ŠROJTOVÁ, G. 2002. Pestovanie ozimnej repky olejnej na východoslovenskej nížine. OVÚA Michalovce, Michalovce. 72 s. ISBN 80–968620–9–X.

(17) VARGA, P. – DUCSAY, L. 2011. Optimalizácia hnojenia kapusty repkovej pravej formy ozimnej (*Brassica napus* L.) dusíkom,

sírou a bórom. SPU v Nitre, Nitra. 83 s. ISBN 978–80–552–0677–6. (18) WALCH-LIU, P. – NEUMANN, G. – BANGERTH, F. – ENGELS, C. 2000. Rapid effects of nitrogen form on leaf morphogenesis in tobacco. *Journal of Experimental Botany*, 51(343): 227–237.

doc. Dr. Ing. Ladislav Ducsay,

SPU v Nitre,

Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,

Katedra agrochémie a výživy rastlín,

Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra,

e-mail: ladislav.ducsay@uniag.sk

Tento príspevok bol podporený projektom

VEGA č. 1/0544/14 riešenom

na Katedre agrochémie a výživy rastlín.

## Monitoring obsahu prístupného fosforu a draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska

## Monitoring of available phosphorus and potassium on agricultural soils in Slovakia

Jozef Kobza

*Actual state and development of available phosphorus and potassium are presented in this contribution. These nutrients have been monitored in soil monitoring network which consists of 318 monitoring sites where all main soil types and geology in various climatic regions of Slovakia are included. Therefore the concrete soils concerning their content of available phosphorus and potassium are evaluated separately with regard to their land use (arable land and grassland). Available phosphorus and potassium were determined by analytical procedures according to Mehlich III. On the basis of obtained results it may be said that the content of macronutrients (P, K) is rather variable (low to high content). It depends on specific genesis and different content of macronutrients in soil and the various level of fertilization. Finally, the significant decrease of macronutrients (meanly about 20–30 %) has been indicated during the last 20 years (period of soil monitoring system in Slovakia).*

**soil monitoring, phosphorus, potassium, arable land, grassland, Slovakia**

Pôdy – individuálne jednotky pôdneho pokryvu – sú variabilné polychrónne a polygenetické útvary s veľkou schopnosťou odrazu (v zmysle teórie odrazu). Sú výsledkom dlhodobého vývoja a genézy. Počas tohto vývoja nadobudli určité znaky a vlastnosti, ktoré sú pre konkrétne pôdy viac alebo menej charakteristické, pričom tento ich „prírodný“ vývoj stále prebieha. Tieto vlastnosti sú hlavnými atribútmi pôdnej úrodnosti.

Okrem prirodzeného vývoja, kedy pôdy nadobúdajú určité vlastnosti, prístupuje aj vplyv človeka, teda predovšetkým vplyv rôzneho hospodárskeho využívania a technológií. V tomto smere vplyv človeka výrazne zasiahol do ovplyvňovania vlastností pôd, a tým aj ich úrodnosti najmä v 2. polovici 20. storočia, kedy okrem agrotechniky začína úrodnosť pôdy výraznejšie ovplyvňovať aj chémia, najmä používanie priemyselných hnojív a pesticídov. To ovplyvnilo najmä obsah prístupných živín v pôde. Po roku 1990, kedy došlo k zmene spoločensko-ekonomických podmienok, znížili sa výrazne aj dávky čistých živín, a to priemerne z 220–230 kg č. ž. NPK/ha (pred rokom 1990) na 40 kg č. ž. NPK/ha, neskôr sa dávky mierne zvýšili a v súčasnosti sa pohybujú priemerne na úrovni 90–110 kg č. ž. NPK/ha na ornej pôde, na pôdach pod TTP o niečo menej (v priemere 70–90 kg č. ž. NPK/ha) s pomerom živín N:P:K – 1:0,23:0,19 (2). To ovplyvnilo aj zásobenosť našich pôd živinami. Tento nepriaznivý dopad sme začali sledovať (okrem ďalších vlastností pôd) v systéme monitorovania pôd SR, ktorý sa u nás realizuje od roku 1993 ako rezortná úloha pod MPRV SR (3).

Cieľom predkladanej práce bolo posúdiť súčasný stav zásobenosti poľnohospodárskych pôd Slovenska prístupným fosforom a draslíkom, ako aj posúdenie vývoja uvedených makroživín od začiatku realizácie monitoringu pôd SR, t.j. po roku 1990, kedy došlo k spoločensko-ekonomickým zmenám, čo sa prejavilo aj v spôsobe kultivácie a aplikácie nižších dávok priemyselných hnojív.

## Materiál a metódy

V príspevku sme vychádzali z podkladov permanentného systému monitorovania pôd na Slovensku, ktorého sieť bola konštruovaná na základe ekologického princípu. To znamená, že monitorovacie lokality zahŕňajú všetky hlavné pôdne predstavitelne, ako aj pôdotvorné substráty, takže klimatické oblasti, znečistené aj relatívne čisté oblasti, špeciálne kultúry (vinice, chmeľnice), pričom zohľadňujeme aj druh pozemku (orná pôda, trvalé trávne porasty). Výsledkom takéhoto prístupu vznikla nepravidelná monitorovacia sieť 318 lokalít v rámci SR, pričom odber a analýzy pôdných vzoriek sa realizuje v pravidelných 5-ročných cykloch v ornici aj podornici poľnohospodárskych pôd. Analýzy prístupného fosforu a draslíka boli vykonané na pracovisku laboratórnych činností pri NPPC-VÚPOP v Bratislave podľa jednotných pracovných postupov rozborov pôd (4). Makroživiny (P, K) boli analyzované me-

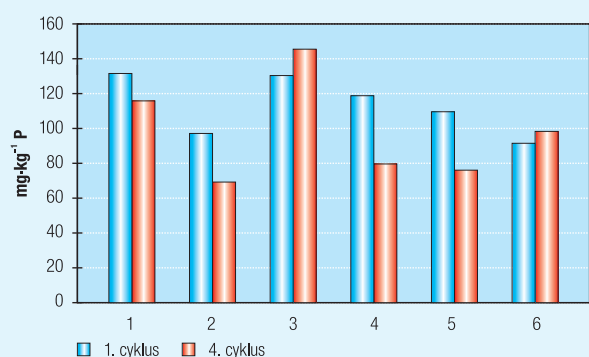
**Tabuľka 1:** Obsah prístupného fosforu (Mehlich III.) v ornici (0–10 cm) poľnohospodárskych pôd SR (4. monitorovací cyklus)  
**Table 1:** Content of available phosphorus (Mehlich III.) on arable layer (0–10 cm) of agricultural soils in Slovakia (the 4<sup>th</sup> monitoring cycle)

| Pôdy<br>(1)                                  | Druh<br>pozemku<br>(18) | P (mg·kg <sup>-1</sup> ) |                 |                                |                                |                  |
|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
|                                              |                         | minimum<br>(21)          | maximum<br>(22) | smerodajná<br>odchýlka<br>(23) | variálny<br>koeficient<br>(24) | priemer<br>(25)  |
| Pseudogleje a luvizeme na spraš. hlinách (2) | OP (19)                 | 0,5                      | 502,0           | 89,1                           | 104,4                          | 89,2 (d) (26)    |
|                                              | TTP (20)                | 10,3                     | 127,0           | 41,0                           | 97,3                           | 42,1 (n) (27)    |
| Hnedozeme prevažne na sprašiach (3)          | OP                      | 7,4                      | 291,0           | 83,8                           | 84,7                           | 99,00 (d)        |
| Černozeme na sprašiach (4)                   | OP                      | 32,1                     | 506,0           | 106,5                          | 91,5                           | 116,4 (d)        |
| Fluvizeme na karb. fluv. sed. (5)            | OP                      | 8,3                      | 225,0           | 50,5                           | 63,9                           | 80,0 (vyh) (28)  |
| Fluvizeme na nekarb. fluv. sed. (6)          | OP                      | 9,1                      | 206,0           | 61,5                           | 79,8                           | 77,0 (vyh)       |
| Kambizeme na vulkanitoch<br>(7)              | TTP                     | 20,0                     | 90,3            | 30,3                           | 73,3                           | 41,4 (n)         |
|                                              | OP                      | 20,0                     | 148,0           | 68,8                           | 86,9                           | 79,2 (vyh)       |
| Kambizeme na kyslých substrátoch<br>(8)      | OP                      | 13,8                     | 115,0           | 37,1                           | 58,0                           | 72,0 (vyh)       |
|                                              | TTP                     | 12,1                     | 193,0           | 56,1                           | 99,6                           | 52,3 (vyh)       |
| Kambizeme na flyši<br>(9)                    | TTP                     | 1,0                      | 62,2            | 21,4                           | 107,7                          | 23,5 (n)         |
|                                              | OP                      | 5,9                      | 190,0           | 52,5                           | 62,7                           | 84,6 (vyh)       |
| Kambizeme na karb. substrátoch<br>(10)       | TTP                     | 2,6                      | 26,7            | 33,7                           | 147,7                          | 10,2 (n)         |
|                                              | OP                      | 26,5                     | 96,6            | –                              | –                              | *                |
| Rendziny na vápencoch<br>(11)                | TTP                     | 15,0                     | 112,0           | 33,1                           | 103,5                          | 39,9 (n)         |
|                                              | OP                      | 36,3                     | 205,0           | 72,0                           | 60,3                           | 119,4 (d)        |
| Čiernice na karb. fluv. sed. (12)            | OP                      | 17,7                     | 276,0           | 69,8                           | 98,7                           | 70,7 (vyh)       |
| Čiernice na nekarb. fluv. sed. (13)          | OP                      | 50,0                     | 386,0           | 94,0                           | 64,5                           | 145,6 (vys) (29) |
| Podzoly a rankre podzolové (14)              | TTP                     | 1,7                      | 33,9            | 11,1                           | 68,4                           | 16,2 (n)         |
| Regozeme na karb. pieskoch (15)              | OP                      | 77,9                     | 282,0           | 82,7                           | 51,1                           | 161,7 (vys)      |
| Regozeme na nekarb. pieskoch (16)            | OP                      | 208,0                    | 279,0           | 36,5                           | 14,7                           | 248,3 (vys)      |
| Slaniská a slance (zasolené pôdy) (17)       | TTP                     | 13,7                     | 133,0           | 42,9                           | 85,2                           | 50,3 (vyh)       |

(1) – soils, (2) – Planosols + Albeluvisols, (3) – Luvisols, (4) – Chernozems, (5) – Fluvisols and Gleyic Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (6) – Fluvisols and Gleyic Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (7) – Cambisols on volcanic rocks, (8) – Cambisols on acid rocks, (9) – Cambisols on flysch, (10) – Cambisols on carbonate rocks, (11) – Rendzic Leptosols, (12) – Mollic Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (13) – Mollic Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (14) – Podzols, (15) – Regosols on carbonate sands, (16) – Regosols on non-carbonate sands, (17) – Solonchaks and Solonetz, (18) – land use, (19) – arable land, (20) – grassland, (21) – minimum, (22) – maximum, (23) – standard deviation, (24) – coefficient of variability, (25) – mean, (26) – medium content, (27) – low content, (28) – sufficient content, (29) – high content, \* low frequency

**Obr. 1:** Vývoj obsahu prístupného fosforu v orných pôdach SR (Mehlich III.)

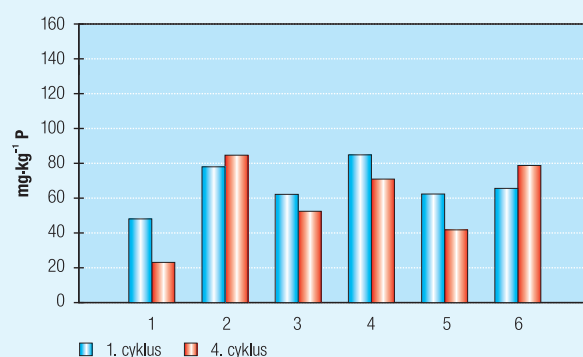
**Fig. 1:** Development of available phosphorus on arable land in Slovakia



1 – Chernozems (arable land), 2 – Mollic Fluvisols on carbonate fluvial sediments (arable land), 3 – Mollic Fluvisols on non-carbonate sediments (arable land), 4 – Fluvisols on carbonate fluvial sediments (arable land), 5 – Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments (arable land), 6 – Cutanic Luvisols

**Obr. 2:** Vývoj obsahu prístupného fosforu na ornej pôde a trávnych porastoch SR (Mehlich III.)

**Fig. 2:** Development of available phosphorus on grasslands in Slovakia



1 – Cambisols on flysch (grassland), 2 – Cambisols on flysch (arable land), 3 – Cambisols on crystalline rocks (grassland), 4 – Cambisols on crystalline rocks (arable land), 5 – Cambisols on volcanic rocks (grassland), 6 – Cambisols on volcanic rocks (arable land)

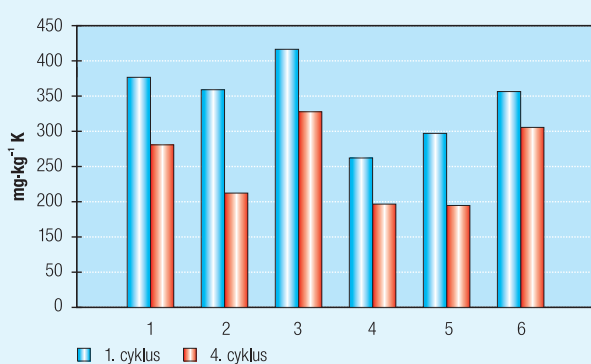
**Tabuľka 2:** Obsah prístupného draslíka (Mehlich III.) v ornici (0–10 cm) poľnohospodárskych pôd SR (4. monitorovací cyklus)  
**Table 2:** Content of available potassium (Mehlich III.) on arable layer (0–10 cm) of agricultural soils in Slovakia (the 4<sup>th</sup> monitoring cycle)

| Pôdy<br>(1)                                     | Druh<br>pozemku<br>(18) | K (mg·kg <sup>-1</sup> ) |                 |                                |                                |                  |
|-------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
|                                                 |                         | minimum<br>(21)          | maximum<br>(22) | smerodajná<br>odchýlka<br>(23) | variálny<br>koeficient<br>(24) | priemer<br>(25)  |
| Pseudogleje a luvizeme na spraš. hlinách<br>(2) | OP (19)                 | 93,0                     | 1 040,0         | 186,6                          | 85,6                           | 218,8 (d) (26)   |
|                                                 | TTP (20)                | 70,2                     | 233,0           | 48,0                           | 39,5                           | 121,5 (n) (27)   |
| Hnedozeme prevažne na sprašiach (3)             | OP                      | 115,0                    | 1 007,0         | 211,1                          | 73,0                           | 289,1 (d)        |
| Černozeme na sprašiach (4)                      | OP                      | 143,0                    | 596,0           | 109,8                          | 42,0                           | 261,4 (d)        |
| Fluvizeme na karb. fluv. sed. (5)               | OP                      | 19,4                     | 442,0           | 75,9                           | 47,3                           | 165,0 (vyh) (28) |
| Fluvizeme na nekarb. fluv. sed. (6)             | OP                      | 28,6                     | 257,0           | 58,8                           | 36,6                           | 160,5 (vyh)      |
| Kambizeme na vulkanitoch (7)                    | TTP                     | 53,3                     | 480,0           | 182,0                          | 82,2                           | 221,3 (d)        |
|                                                 | OP                      | 64,4                     | 445,0           | 167,4                          | 80,4                           | 208,1 (d)        |
| Kambizeme na kyslých substrátoch (8)            | OP                      | 125,0                    | 459,0           | 123,5                          | 50,2                           | 273,4 (d)        |
|                                                 | TTP                     | 45,4                     | 563,0           | 152,6                          | 99,2                           | 152,2 (vyh)      |
| Kambizeme na flyši (9)                          | TTP                     | 71,2                     | 787,0           | 150,1                          | 85,1                           | 173,9 (vyh)      |
|                                                 | OP                      | 104,0                    | 348,0           | 167,4                          | 80,4                           | 205,5 (d)        |
| Kambizeme na karb. substrátoch (10)             | TTP                     | 97,3                     | 332,0           | 105,4                          | 47,0                           | 209,4 (d)        |
|                                                 | OP                      | 385,0                    | 393,0           | –                              | –                              | *                |
| Rendziny na vápencoch (11)                      | TTP                     | 85,0                     | 465,0           | 111,3                          | 48,1                           | 222,5 (d)        |
|                                                 | OP                      | 152,0                    | 471,0           | 127,8                          | 44,6                           | 286,3 (d)        |
| Čiernice na karb. fluv. sed. (12)               | OP                      | 61,4                     | 345,0           | 93,8                           | 51,2                           | 183,0 (vyh)      |
| Čiernice na nekarb. fluv. sed. (13)             | OP                      | 131,0                    | 877,0           | 214,2                          | 67,9                           | 315,3 (vys) (29) |
| Podzoly a rankre podzolové (14)                 | TTP                     | 69,0                     | 253,0           | 77,1                           | 54,5                           | 141,5 (vyh)      |
| Regozeme na karb. pieskoch (15)                 | OP                      | 75,9                     | 444,0           | 147,4                          | 73,7                           | 200,0 (vyh)      |
| Regozeme na nekarb. pieskoch (16)               | OP                      | 30,7                     | 224,0           | 98,8                           | 71,0                           | 139,2 (vyh)      |
| Slaniská a slance (zasolené pôdy) (17)          | TTP                     | 113,0                    | 488,0           | 126,6                          | 67,3                           | 188,0 (vyh)      |

(1) – Soils, (2) – Planosols + Albeluvisols, (3) – Luvisols, (4) – Chernozems, (5) – Fluvisols and Gleyic Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (6) – Fluvisols and Gleyic Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (7) – Cambisols on volcanic rocks, (8) – Cambisols on acid rocks, (9) – Cambisols on flysch, (10) – Cambisols on carbonate rocks, (11) – Rendzic Leptosols, (12) – Mollic Fluvisols on carbonate fluvial sediments, (13) – Mollic Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments, (14) – Podzols, (15) – Regosols on carbonate sands, (16) – Regosols on non-carbonate sands, (17) – Solonchaks and Solonetz, (18) – land use, (19) – arable land, (20) – grassland, (21) – minimum, (22) – maximum, (23) – standard deviation, (24) – coefficient of variability, (25) – mean, (26) – medium content, (27) – low content, (28) – sufficient content, (29) – high content, \* low frequency

**Obr. 3:** Vývoj obsahu prístupného draslíka na ornjej pôde (Mehlich III.)

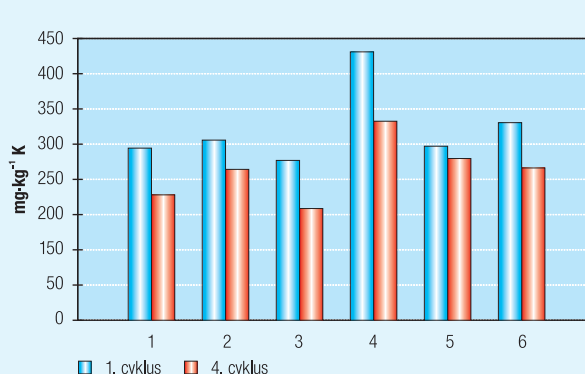
Fig. 3 Development of available potassium on arable land in Slovakia



1 – Chernozems (arable land), 2 – Mollic Fluvisols on carbonate fluvial sediments (arable land), 3 – Mollic Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments (arable land), 4 – Fluvisols on carbonate fluvial sediments (arable land), 5 – Fluvisols on non-carbonate fluvial sediments (arable land), 6 – Cutanic Luvisols

**Obr. 4:** Vývoj obsahu prístupného draslíka na ornjej pôde a trávnych porastoch (Mehlich III.)

Fig. 4: Development of available potassium on arable land and grasslands in Slovakia



1 – Cambisols on flysch (grassland), 2 – Cambisols on flysch (arable land), 3 – Cambisols on crystalline rocks (grassland), 4 – Cambisols on crystalline rocks (arable land), 5 – Cambisols on volcanic rocks (grassland), 6 – Cambisols on volcanic rocks (arable land)



tódou podľa Mehlicha III. Dosiahnuté výsledky boli spracované a vyhodnotené podľa zaužívaných štatistických postupov podľa konkrétnych pôd Slovenska.

## Výsledky a diskusia

### 1. Fosfor

Celkový obsah fosforu v pôde závisí hlavne od pôdneho typu, druhu a pôdotvorného substrátu. Prirodzené zásoby fosforu v našich pôdach sú nízke a pohybujú sa v rozpätí 0,02–0,04% P, čo v inom agrochemickom vyjadrení predstavuje 200–400 mg celkového fosforu na kg pôdy (5). Obsah prístupného fosforu tvorí z celkového obsahu len malú časť. Pri komplexnom pôdoznaleckom prieskume poľnohospodárskych pôd (KPP) v rokoch 1961–1970 bol obsah prístupného fosforu v našich pôdach nízky, v ornici sa jeho obsah pohyboval v rozpätí 7,6–38,7 mg·kg<sup>-1</sup>, priemerne 22,3 mg·kg<sup>-1</sup> stanoveného podľa Egnera (1). Neskôr najmä vplyvom dlhodobého systematického hnojenia často vysokými dávkami priemyselných hnojív (najmä 70. a 80. roky minulého storočia) došlo v ornici poľnohospodárskych pôd k výraznému zvýšeniu obsahu prístupných živín – pri fosfore o takmer 150–200% (2). Po zmene spoločensko-ekonomických podmienok po roku 1990 došlo k výraznému zníženiu dávok priemyselných hnojív, čo sa odzrkadlilo aj v znížení prístupných živín vrátane fosforu v pôde. Preto jedným z hlavných okruhov sledovania komplexného monitorovania poľnohospodárskych pôd Slovenska je aj obsah prístupných živín.

V nasledovnej tabuľke 1 uvádzame základné štatistické charakteristiky obsahu prístupného fosforu v ornici v konkrétnych pôdnych predstaviteľoch poľnohospodárskych pôd Slovenska.

Ako vidieť z údajov v tab. 1 zásobenosť poľnohospodárskych pôd prístupným fosforom je pomerne variabilná, pohybuje sa prevažne v rámci malej až dobrej zásobenosti pôd touto živinou (2). Najnižšie hodnoty prístupného fosforu všeobecne prevládajú na pôdach pod trvalými trávnyimi porastmi, kde úroveň P–hnojenia bola aj v minulosti nízka (najmä menej prístupné a vzdialené pozemky od hospodárskych stredísk).

Doterajší vývoj obsahu prístupného fosforu v ornici (od roku 1993) na vybraných pôdnych predstaviteľoch (najúrodnejšie a najrozšírenejšie pôdy Slovenska) je znázornený na obr. 1 a 2.

Prakticky na prevažnej časti hodnotených pôd došlo v priebehu doterajšieho sledovania k evidentnému poklesu obsahu prístupného fosforu v porovnaní so začiatkom monitorovania pôd v 90–tych rokoch minulého storočia, čo je zrejme zapríčinené nižšou úrovňou P–hnojenia.

### 2. Draslík

Obsah prístupného draslíka v pôde je podmienený pôdotvornou horninou a zrnitostným zložením pôdy. Zvetrávaním pôdotvornej horniny vznikajú druhotné silikáty, predovšetkým ílové minerály, ktoré zachytávajú podstatnú časť uvoľneného draslíka z primárnych horninových nerastov (6). Zásobenosť pôd draslíkom je preto oproti fosforu lepšia, čo pramení z pomerne dobrých prirodzených zdrojov minerálneho zloženia pôdy. Obsah prístupného draslíka v období Komplexného prieskumu poľnohospodárskych pôd (KPP) sa pohyboval v rozpätí 64,4–129,1 mg·kg<sup>-1</sup> (priemerne 108 mg·kg<sup>-1</sup>) (1).

V tabuľke 2 uvádzame základné štatistické charakteristiky obsahu prístupného draslíka v ornici v konkrétnych

pôdnych predstaviteľoch poľnohospodárskych pôd Slovenska.

Aktuálny obsah prístupného draslíka v ornici poľnohospodárskych pôd sa pohybuje priemerne na úrovni dobrej zásobenosti. Najvyššie priemerné hodnoty obsahu prístupného draslíka boli zistené na kultivovaných pôdach, ako sú černoze, čiernice, hnedozeme (260–v315 mg·kg<sup>-1</sup>), čo je obsah dobrý (2). Nižší obsah prístupného draslíka bol nameraný na regozemiach (pôdy s nízkou sorpčnou schopnosťou), ako aj na podzoloch a kyslých kambizemiach, ako aj regozemiach, a to priemerne v rozpätí 140–200 mg·kg<sup>-1</sup>, čo je obsah vyhovujúci (2).

Doterajší vývoj obsahu prístupného draslíka vo vybraných pôdnych predstaviteľoch (najúrodnejšie a najrozšírenejšie pôdy Slovenska) je znázornený na obr. 3 a 4.

Vo všetkých hodnotených pôdach pozorujeme výrazné zníženie obsahu prístupného draslíka od začiatku realizácie monitoringu pôd na Slovensku (od roku 1993) ako odraz nižších dávok K–hnojenia v porovnaní s obdobím na začiatku realizácie monitoringu pôd SR.

## Záver

V príspevku sme sa pokúsili zhodnotiť aktuálny stav a doterajší vývoj prístupného fosforu a draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska.

Na prevažnej časti hodnotených pôd sa zistil evidentný pokles obsahu prístupného fosforu v porovnaní so začiatkom monitorovania pôd v 90–tych rokoch minulého storočia. Jeho obsah je vo väčšine hodnotených pôd deficitný, čo je v súlade s výsledkami XII. cyklu ASP na Slovensku, ktorý uskutočnil ÚKSÚP v Bratislave v rokoch 2006–2011. Zásobenosť pôd draslíkom je v porovnaní s fosforom lepšia, čo pramení z pomerne dobrých prirodzených zdrojov minerálneho zloženia pôdy. I keď úroveň zásobenosti našich pôd draslíkom je ešte relatívne dobrá, napriek tomu sme zistili výrazné zníženie obsahu prístupného draslíka v priemere o 20–30% od začiatku realizácie monitoringu pôd na Slovensku od roku 1993.

## Literatúra

- (1) KOBZA, J. – STYK, J. 1997. Phosphorus and potassium retrospective monitoring in main soils of Slovakia. Proceedings of SFRI Bratislava, 1997. 20/II., pp. 167–174.
- (2) KOBZA, J. – GÁBORÍK, Š. 2008. Súčasný stav a vývoj obsahu makro– a mikroelementov v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. VÚPOP Bratislava, 58 s. ISBN 978–80–89128–47–1.
- (3) KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – DODOK, R. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – PÁLKA, B. – PAVLENDÁ, P. – SCHLOSSEROVÁ, J. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2014. Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2007–2012). NPPC – VÚPOP Bratislava, 252 s. ISBN 978–80–8163–004–0.
- (4) KOLEKTÍV, 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. VÚPOP Bratislava, 136s. ISBN 978–80–89128–89–1.
- (5) MENGEL, K. 1965. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. WEB, Gustav Fischer Verlag, Jena
- (6) TORMA, S. 1999. Draslík – dôležitá živina v pôde a rastline. VÚPOP Bratislava, 1997. 72s. ISBN 80–85361–51–5.

prof. Ing. Jozef Kobza, CSc.,  
NPPC – Výskumný ústav pôdoznalectva  
a ochrany pôdy Bratislava,  
RP – Banská Bystrica, Mládežnícka 36,  
974 04 Banská Bystrica,  
tel.: 048/310 02 41, e-mail: j.kobza@vupop.sk

# 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.

### N 26% S 13%

#### Chemické zloženie a granulometria

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| Celkový dusík (N)          | 26,0 %      |
| Z toho amoniakálny (N)     | 18,5 %      |
| dusičnanový (N)            | 7,5 %       |
| Síra ako (S) vodorozpustná | 13,0 %      |
| Obsah častíc (2 – 5 mm)    | min. 90,0 % |

Hnojivo so stabilizovaným N a obsahom S je vhodné na neskoré jesenné, regeneračné jarné, základné predsejbové hnojenie, prípadne prihnojenie počas vegetácie poľných plodín náročných na S (repka, obilniny, slnečnica, kukurica, okopaniny). Dusík je uvoľňovaný postupne v závislosti na pôdno-klimatických podmienkach čím sa zvyšuje jeho využiteľnosť a znižujú sa straty vyplavením a únikom do ovzdušia.

Balenie : Voľne ložený tovar, PE – 25 kg,  
big-bag – 1000 kg, 600 kg.



Uvedené údaje majú informatívny charakter.  
Bližšie informácie poskytne výrobca:  
**Duslo, a.s.** Administratívna budova ev. č. 1236,  
927 03 Šaľa, Slovenská republika.  
E-mail: [fertilizer@duslo.sk](mailto:fertilizer@duslo.sk) | [www.duslo.sk](http://www.duslo.sk)



## obsah

## contents

### Peter Hric, Ján Jančovič, Peter Kovár, Ľuboš Vozár

|                                                                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Dynamika obsahu asimilačných pigmentov trávniku hnojeného rôznymi formami hnojív . . . . .                    | 3 |
| The dynamics of the assimilation pigments content of turf fertilized by various forms of fertilizers. . . . . | 3 |

### Peter Kováčik, Pavol Slamka

|                                                                                                                                                       |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Vplyv vermivýluhu obohateného o močovinu na tvorbu úrody kapusty obyčajnej kalerábovej ( <i>Brassica oleracea</i> conv. <i>gongylodes</i> ) . . . . . | 7 |
| Effect of vermextract enriched with urea on the yield of kohlrabi . . . . .                                                                           | 7 |

### Ladislav Varga, Lýdia Koroncziová

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Vplyv stimulačného účinku humátov vo výžive jačmeňa jarného . . . . . | 13 |
| Stimulative effect of humates in spring barley nutrition . . . . .    | 13 |

### Eva Candráková, Zuzana Panáková

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Formovanie úrody sóje fazulovej [ <i>Glycine max</i> (L.) Merrill] v závislosti od hnojenia dusíkom a podmienok ročníka . . . . . | 17 |
| Formation of soybean yield depending on nitrogen fertilization and conditions of year . . . . .                                   | 17 |

### Vladimír Šimanský

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Zmeny pôdnej reakcie a sorpčného komplexu ako dôsledok rozdielneho hnojenia . . . . . | 22 |
| Soil pH and sorptive parameters changes as a result of fertilization. . . . .         | 22 |

### Pavol Slamka, Otto Ložek, Zuzana Panáková

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Overenie agronomickej účinnosti prídania lignitu k hnojivu DASA na modelovej plodine jačmeň jarný . . . . .      | 25 |
| Evaluation of agronomic effect of DASA fertilizer with lignite addition on model crop of spring barley . . . . . | 25 |

### Eva Hanáčková, Peter Kováčik, Pavol Slamka

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Vplyv aplikácie vermikompostu na úrodu a výživnú hodnotu zrna kukurice siatej . . . . .        | 32 |
| Effect of vermicompost application on the yield and nutritional value of maize grain . . . . . | 32 |

### Mária Varényiová, Ladislav Ducsay

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Porovnanie vplyvu jednorazovej a delenej dávky dusíka na výšku úrody a obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej ( <i>Brassica napus</i> L.) . . . . . | 37 |
| Comparison of single and divided dose of nitrogen and their effect on yield and oil content in seed of oilseed rape ( <i>Brassica napus</i> L.) . . . . . | 37 |

### Jozef Kobza

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Monitoring obsahu prístupného fosforu a draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska . . . . . | 43 |
| Monitoring of available phosphorus and potassium on agricultural soils in Slovakia . . . . .     | 43 |

