

**VPLYV HNOJENIA BIOKALOM NA PRODUKCIU SUŠINY NADZEMNEJ
FYTOMASY REPY CUKROVEJ
INFLUENCE OF DECAYED WASTE FERTILIZATION ON SHOOT PHYTOMASS
OF SUGAR BEET**

Zora Ondrejčíková, Richard Pospišil, Ladislav Režo

ABSTRACT

The pilot experiment was carried out in field experimental base in Kolíňany during 2007 - 2008. The experimental area is situated 10 km north-east from the town Nitra. The aim of the work was to evaluate the efficiency of decayed wastes application on sugar beet growth. In the experiment 5 fertilization variants including control were investigated. The fertilization variants were: 1. control, 2. farmyard manure 25 t.ha⁻¹, 3. decayed autumn waste 50 t.ha⁻¹, 4. farmyard manure 40 t.ha⁻¹, 5. decayed waste 50 t.ha⁻¹ (during vegetation). The highest energy gain was recorded for the variant decayed waste during vegetation (434.644 GJ.ha⁻¹) and the lowest for the variant farmyard manure 25 t.ha⁻¹ (361.497 GJ.ha⁻¹). The energy efficiency of the variants with decayed waste and the variant with farmyard manure 25 t.ha⁻¹ were balanced (18.155 - 19.327).

Key words: decayed waste, farmyard manure, sugar beet, transducer gain, energy efficiency

ÚVOD

Analýza energetickej efektívnosti poľnohospodárskej sústavy je základnou informáciou pre porovnanie stavu, dynamiky, vývoja, rezerv a ciest riešenia k znižovaniu energetickej náročnosti pestovateľských systémov jednotlivých plodín i celej rastlinnej výroby. Energetická bilancia vychádza zo stálej úžitkovej hodnoty poľnohospodárskych produktov, nepodlieha rôznym náhodným výkyvom a umožňuje objektívne porovnávať rozdielne druhy produkcie a značne odlišné spôsoby výrobných činností (Míša a Křen, 2001). Podľa Preiningera (1987) účelom energetickeho hodnotenia je odhaľovať existujúce rezervy a optimalizovať energetické vklady do výrobného procesu z hľadiska dosiahnutia čo najvyššieho výrobného efektu pri nízkej mernej spotrebe energie. Energetická analýza môže zohrávať významnú úlohu pri hodnotení trvalej udržateľnosti poľnohospodárskeho procesu a poskytuje špecifický obraz poľnohospodárstva, ako odvetvia, ktoré je na jednej strane spotrebiteľom, ale na strane druhej zároveň producentom energie (Žák a Benková, 2005). Kotorová et al. (2004) uvádza, že pri energetických bilanciách produkčného procesu je veľmi dôležitá kvantifikácia vstupov a výstupov energie, ako aj ďalšie energetické ukazovatele. Základom energetickej bilancie je dosiahnutá hospodárska úroda pestovanej plodiny a vklady energie do pestovateľských systémov jednotlivých plodín. Závažným momentom, ktorý sa dostal do popredia je otázka vhodného spracovania veľkého množstva výkalov vznikajúcich v nadväznosti na prevádzku veľkokapacitných fariem. Mimoriadna pozornosť sa v tomto smere venuje problému hnojovice (tekutá resp. polotekutá zmes exkrementov) aktualizovaný následkom zavádzania bezpodstielkovej technológie, ktorá sa presadila najmä v chovoch ošípaných a nosníc (Adamec a Černý, 1991).

MATERIÁL A METODIKA

Na sledovanie vplyvu vyhnitého substrátu po kontinuálnej výrobe bioplynu na pôdu, výživový režim, produkčnú schopnosť a kvalitu produktov pestovaných plodín je založený poloprevádzkový pokus v blízkosti vybudovanej bioplynovej stanice na závode 01 VPP SPU v Kolíňanoch. Záujmové územie VPP závodu Kolíňany patrí do okresu Nitra a nachádza sa približne 10 km na severovýchod od mesta Nitra. Katastrálne územie patrí do klimatického regiónu MT2 (mierne teplý, mierne vlhký) so sumou teplôt 2 200-2 500 °C,

s pravdepodobnosťou suchých vegetačných období 15-30 %, s vlhovou istotou 4-10 bodov, s priemernou ročnou teplotou vzduchu 7-8 °C a s priemerným úhrnom zrážok 550-700 mm. Územie patrí do kukuričnej výrobnjej oblasti s rovinatým terénom, stupňom zornenia 87 % a podielom trvalých trávnych porastov 8 % (Špánik et al. 2000). Parcela s číslom 8402/1 má výmeru 51,41 ha. Slovné označenie parcely je „Studená dolina“. Parcela nie je zaradená v zraniteľnej oblasti LFA. Pôdnym typom je hnedozem kultizemná s vysokým stupňom ovplyvnenia pôdy antropogénnou činnosťou v tejto lokalite. Z hľadiska zrnitostného zloženia je pôda piesočnato-hlinitá v humusovom kultizemnom (Akp) horizonte (obsah frakcie < 0,01 mm v intervale 20 – 30 %), v hlbších častiach Bt horizontu je pôda hlinitá (obsah frakcie < 0,01 mm v intervale 30 – 45 %). Významným podielom je zastúpená frakcia prachu (0,05 - 0,01 mm), čo je typické pre pôdy vytvárajúce sa zo sprašových eolických sedimentov. Priemerné hodnoty obsahov organického uhlíka (a humusu) poukazujú na nízky obsah humusu v orníčnej časti pôdneho profilu (hodnoty obsahu humusu sú v intervale 1,00 - 1,99 %). Aktívna pôdna reakcia (pH/H₂O) je slabokyslá (hodnoty v intervale 5,6 - 6,5 jednotiek pH). Výmenná pôdna reakcia (pH/KCl) je kyslá (hodnoty pH v intervale 4,6 - 5,5 jednotiek pH), (Chlpík, 2006).

Polný poloprevádzkový pokus bol realizovaný v Kolíňanoch na piesočnato-hlinitej pôde s kyslou pôdnou reakciou (pH 5,7), s malou zásobou anorganického dusíka v pôde (N_{an} = 6,80 mg.kg⁻¹ zeminy), s veľmi malým obsahom fosforu (P = 21 mg.kg⁻¹), strednou zásobou draslíka (K = 200 mg.kg⁻¹) a vysokou zásobou horčíka (Mg = 275 mg.kg⁻¹). Pomer K : Mg je dobrý (0,80). Obsah Cox predstavuje 1,24 %. Agrochemický rozbor pôdy pred založením pokusu je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Rozbor pôdy na VPP Kolíňany pred založením poloprevádzkového pokusu (Hanáčková, 2006)

| Hĺbka (m) | pH | obsah živín v mg.kg ⁻¹ | | | | | | | |
|-----------|-----|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | | N-NH ₄ ⁺ | N-NO ₃ ⁻ | N _{an} | N _{EH} | P | K | Ca | Mg |
| 0,0-0,3 | 5,7 | 4,80 | 2,00 | 6,80 | 75,33 | 21,00 | 200,0 | 2 600 | 275,0 |
| 0,3-0,6 | 5,7 | 3,80 | 2,00 | 6,00 | 36,27 | 5,00 | 180,0 | 2 900 | 357,0 |

Nakoľko úroveň prístupných živín nepostačovala na zabezpečenie plánovanej produkcie vybraných plodín bolo vykonané predsejbové hnojenie k jednotlivým plodinám zaradených v oševnom postupe (jačmeň siaty jarný, kukurica siata na siláž, repa cukrová, slnečnica ročná) kombinovaným hnojivom NPK 15-15-15 v rovnakej dávke 200 kg.ha⁻¹ (Hanáčková, 2006).

Biokal je vedľajší produkt, ktorý vzniká pri výrobe bioplynu. Je to tmavá, nepáchnuca, z hygienického hľadiska neškodná, heterogénna suspenzia. Vyhnitý biokal je pohotovým zdrojom dusíka s pH 7,63 - 8,5, neokysľuje pôdu a tým zlepšuje využitie fosforu z pôdy (Pospíšil a Bitter, 2001). Aplikáciou biokalu sme v dávke 50 t.ha⁻¹ do pôdy vložili 148 kg.ha⁻¹ N, 41,6 kg.ha⁻¹ P, 122 kg.ha⁻¹ K, 126 kg.ha⁻¹ Ca a 34 kg.ha⁻¹ Mg. Obsah sušiny v biokale kolíše od 8 do 12%. Vzhľadom k priaznivému obsahu organických a anorganických látok je biokal vhodný na priame hnojenie plodín, aplikáciu na pôdu hlavne pred zaoraním pozberových zvyškov, pri závlahe poľných plodín a pri výrobe kompostov a melioračných hmôt. Pri odsírení bioplynu sa do vyhnitého biokalu dostáva aj elementárna síra, ktorá sa dobre využije pri pestovaní olejní. Zvýšenou teplotou v procese metanogenézy dochádza k eliminácii klíčivosti semien burín. Hnojenie poľnohospodárskych plodín vyhnitým biokalom je základným a v podstate najpoužívanejším spôsobom jeho využitia (Pospíšil, 2004).

Experiment bol realizovaný metódou dlhých pásov. Každý variant hnojenia predstavoval 3 zábery sejačky v šírke 6 m, dlhých 100 m. Hnojivá boli aplikované v strednom 3 m páse, v ktorom boli odoberané aj vzorky. Vzorky boli odoberané v štyroch opakovaníach v úsekoch od seba vzdialených 20 m. Okrajové 6 m pásy slúžia ako izolačná vzdialenosť.

Maštal'ný hnoj bol aplikovaný do pôdy na jeseň rozmetadlom maštal'ného hnoja, pred spracovaním pôdy stredne hlbokou orbou v dávke 40 a 25 t.ha⁻¹ (pozri varianty hnojenia uvedené nižšie). Biokal bol aplikovaný fekálnou cisternou a hadicovým aplikátorom na povrch pôdy. Po jesennej aplikácii bol zapravený do pôdy stredne hlbokou orbou. Biokal bol aplikovaný počas vegetácie do porastu vo fáze 8 pravých listov repy cukrovej (BBCH 18).

Sledovanie stanovených parametrov bolo v rámci osevného postupu plodín:

1. Kukurica siata na siláž
2. Repa cukrová
3. Jačmeň siaty jarný
4. Slničnica ročná

Pokusná plocha každej plodiny bola tvorená piatimi variantmi hnojenia organickými hnojivami vrátane kontrolného variantu:

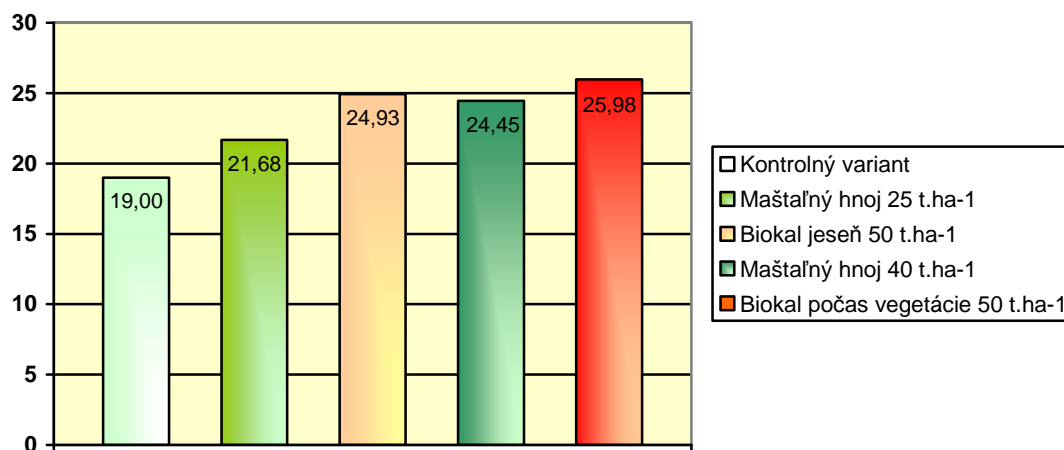
1. kontrolný variant
2. maštal'ný hnoj 25 t.ha⁻¹,
3. biokal 50 t.ha⁻¹ (aplikácia na jeseň)
4. maštal'ný hnoj 40 t.ha⁻¹
5. biokal 50 t.ha⁻¹ (aplikácia počas vegetácie)

Plodiny v jednotlivých pestovateľských ročníkoch rotujú v zmysle stanoveného osevného postupu. Základné, predsejbové obrábanie pôdy, sejba, mechanické a chemické ošetrovanie jednotlivých plodín boli vykonané bežnými mechanizačnými prostriedkami a postupmi aké využíva Vysokoškolský poľnohospodársky podnik Kolíňany vo svojej výrobnnej praxi. Sledované parametre energetickej bilancie sú vyjadrené ziskom energie a pomocou koeficientu energetickej efektívnosti na úrovni bruttoenergie podľa uverejnenej metodiky PRIENINGERA (1987).

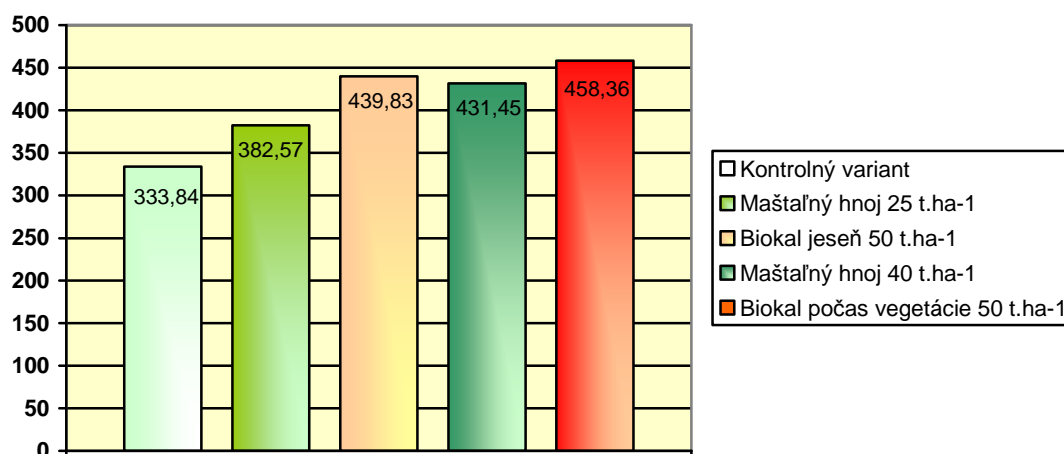
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas realizácie projektu sme zaznamenali najvyššiu priemernú úrodu nadzemnej fytomasy repy cukrovej (v sušine) na variante biokal počas vegetácie (25,98 t.ha⁻¹) a najnižšiu na variante MH 25 t.ha⁻¹ (21,68 t.ha⁻¹). Na variante biokal jeseň dosiahla úroda sušiny nadzemnej fytomasy 24,93 t.ha⁻¹. Na kontrolnom variante bola úroda nadzemnej fytomasy v sušine 19,0 t.ha⁻¹ (obr.1).

Úrody nadzemnej fytomasy v sušine boli prepočítané podľa metodiky **Preininger (1987)** na energeticke jednotky GJ.ha⁻¹. Produkcia bruttoenergie bola v rozpätí od 382,57 GJ.ha⁻¹ (MH 25 t.ha⁻¹) do 458,36 GJ.ha⁻¹ (biokal počas vegetácie) (obr.2).



Obrázok 1 Priemerné úrody sušiny nadzemnej fytohmoty repy cukrovej za roky 2007-2008 v t.ha⁻¹



Obrázok 2 Produkcia bruttoenergie sušiny nadzemnej fytohmoty repy cukrovej za roky 2007-2008 (GJ.ha⁻¹)

Ako uvádza **Preininger (1987)** cieľom hodnotenia je spravidla analýza energetických vstupov z hľadiska racionalizácie technológie a odhalenie možných úspor energie (priamej aj nepriamej). Vklady energie môžeme rozdeliť na priame a nepriame. Medzi priame vklady môžeme zaradiť spotrebu pohonných hmôt, elektrickej energie, ľudskej práce atď. Nepriame vklady predstavujú hlavne spotrebu energie pri výrobe základných prostriedkov. Nepriame energetické vklady zahŕňajú hlavne energiu v hnojivách, predovšetkým dusíkatých. Ďalšie dôležité položky sú poľnohospodárske stroje a pesticídy (**Bowers, 1992**).

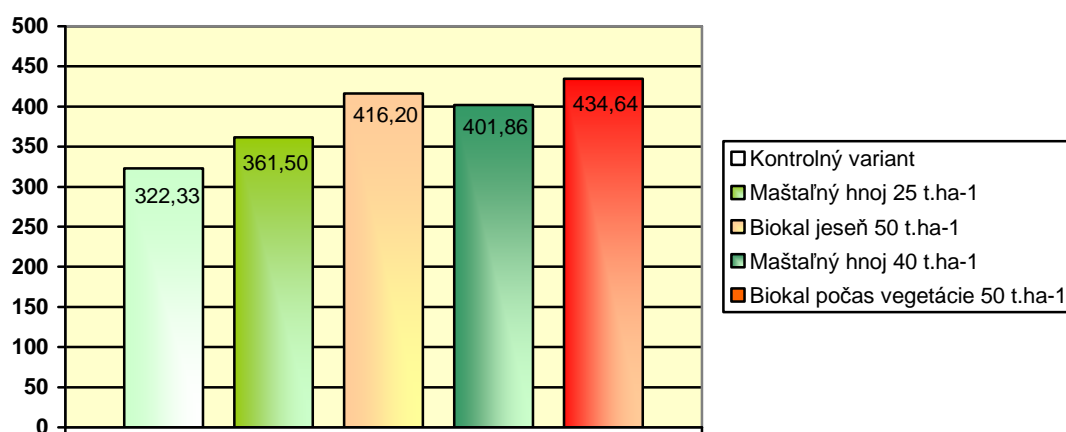
Vklady dodatkového energie pri pestovaní repy cukrovej sa pohybovali od 21,073 do 29,9591 GJ.ha⁻¹. Vo vkladoch dodatkového energie pri pestovaní repy cukrovej sú zahrnuté náklady na pohonné hmoty, osivá, pesticídy, hnojivá a ľudskú prácu. Najvyššie vklady dodatkového energie boli na variante maštalný hnoj 40 t.ha⁻¹ (29,9591 GJ.ha⁻¹). Najnižšie vklady boli zaznamenané na variante MH 25 t.ha⁻¹ (21,073 GJ.ha⁻¹). Na variantoch biokal predstavovali energetické vklady pri jesennej aplikácii 23,626 GJ.ha⁻¹ a pri aplikácii počas vegetácie 23,716 GJ.ha⁻¹. Tento rozdiel bol spôsobený rôznou formou aplikácie biokalu, nakoľko na jeseň bol aplikovaný plošne fekálnou cisternou a na jar hadicovým aplikátorom Aplitec. Vklady dodatkového energie na kontrolnom variante predstavovali 10,506 GJ.ha⁻¹.

Tabuľka 2 Energetické vklady do pestovateľskej technológie repy cukrovej za roky 2007 - 2008

| Variant hnojenia | Energetické vklady | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|
| | PHM | | Práca | | Osivá | | Hnojivá | Pesticídy | | Vklady spolu GJ.ha ⁻¹ |
| | l.ha ⁻¹ | GJ.ha ⁻¹ | h.ha ⁻¹ | GJ.ha ⁻¹ | kg.ha ⁻¹ | GJ.ha ⁻¹ | GJ.ha ⁻¹ | l.kg.ha ⁻¹ | GJ.ha ⁻¹ | |
| Nehnojená kontrola | 98,95 | 4,205 | 10,33 | 0,27 | 8 | 1,36 | 3,098 | 14,3 | 1,573 | 10,506 |
| MH 25 t.ha ⁻¹ | 111,63 | 4,744 | 11,13 | 0,296 | 8 | 1,36 | 14,673 | 14,3 | 1,573 | 21,073 |
| Biokal jeseň 50 t.ha ⁻¹ | 116,95 | 12,23 | 12,23 | 0,325 | 8 | 1,36 | 15,398 | 14,3 | 1,573 | 23,626 |
| MH 40 t.ha ⁻¹ | 111,63 | 4,744 | 11,13 | 0,296 | 8 | 1,36 | 21,618 | 14,3 | 1,573 | 29,591 |
| Biokal počas vegetácie 50 t.ha ⁻¹ | 118,95 | 5,055 | 12,43 | 0,33 | 8 | 1,36 | 15,398 | 14,3 | 1,573 | 23,716 |

Energetický zisk je rozdiel medzi produkciou energie a vstupmi energie. Z výsledkov **Vilčeka a Pospíšila (2000)** vyplýva, že najvyšší energetický zisk môžeme očakávať pri pestovaní viacročných krmovín, repy cukrovej a kukurice siatej na siláž.

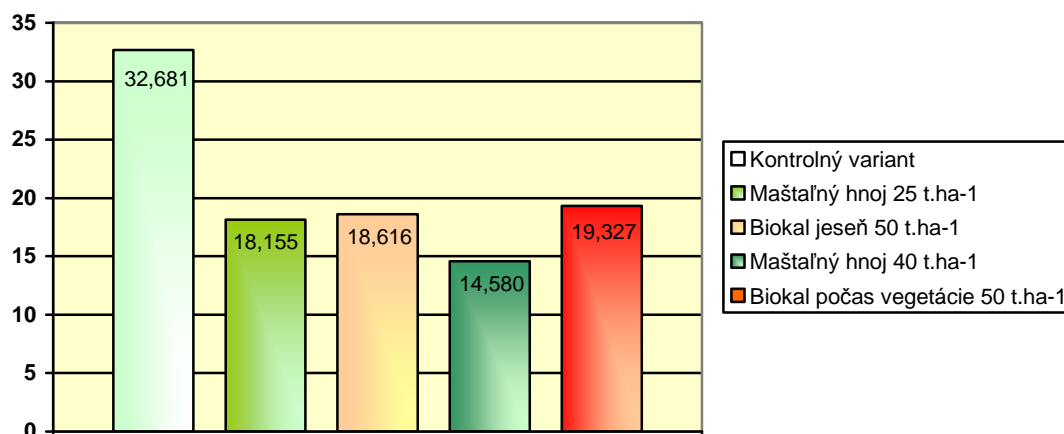
Najvyšší energetický zisk bol dosiahnutý na variante biokal počas vegetácie 50 t.ha⁻¹ (434,644 GJ.ha⁻¹). Najnižší energetický zisk bol dosiahnutý na kontrolnom variante (322,334 GJ.ha⁻¹). Energetický zisk na variante hnojenom biokalom jeseň bol 416,204 GJ.ha⁻¹ (jesenná aplikácia) (obr.3).



Obrázok 3 Priemerný energetický zisk zo sušiny nadzemnej fytomasy repy cukrovej za roky 2007-2008

Dôležitým ukazovateľom pestovateľského procesu je energetická efektívnosť. Energetickú efektívnosť môžeme vyjadriť ako podiel výstupu energie k vstupu dodatkovej energie. Poukazuje na to, koľko energie je možné vyprodukovať z jednotky vlozenej energie.

Energetická efektívnosť bola vypočítaná ako podiel vyprodukovanej energie k energetickým vkladom. Na variante biokal počas vegetácie 50 t.ha⁻¹ energetická efektívnosť dosiahla 19,327. Najnižšia energetická efektívnosť bola dosiahnutá na variante MH 40 t.ha⁻¹ (14,58). Na variante biokal jeseň bola energetická efektívnosť 18,616. Energetická efektívnosť repy cukrovej je znázornená na obrázku 4.



Obrázok 4 Energetická efektívnosť repy cukrovej

ZÁVER

1. Najvyššia priemerná úroda sušiny nadzemnej fytomasy repy cukrovej za roky 2007 – 2008 bola dosiahnutá na variante biokal počas vegetácie 50 t.ha⁻¹ (25,98 t.ha⁻¹). Na variante hnojenom biokalom na jeseň v dávke 50 t.ha⁻¹ bola úroda sušiny nadzemnej fytomasy 24,93 t.ha⁻¹.
2. Najvyššia produkcia bruttoenergie repy cukrovej bola zaznamenaná na variante biokal počas vegetácie 50 t.ha⁻¹ (458,36 GJ.ha⁻¹). Na variante hnojenom biokalom na jeseň v dávke 50 t.ha⁻¹ dosiahla produkcia bruttoenergie 439,83 GJ.ha⁻¹.
3. Náklady dodatkového energie sa pohybovali od 21,07 GJ.ha⁻¹ (MH 25 t.ha⁻¹) do 29,59 GJ.ha⁻¹ (MH 40 t.ha⁻¹). Na variantoch hnojených biokalom náklady dodatkového energie predstavovali 23,636 GJ.ha⁻¹ (biokal jeseň) a 23,716 GJ.ha⁻¹ (biokal počas vegetácie).
4. Najvyšší priemerný energetický zisk pri pestovaní repy cukrovej za roky 2007 - 2008 bol na variante biokal počas vegetácie 50 t.ha⁻¹ (434,644 GJ.ha⁻¹) a najnižší na variante MH 25 t.ha⁻¹ (361,497 GJ.ha⁻¹). Na variante biokal jeseň dosiahol energetický zisk 416,204 GJ.ha⁻¹.
5. Energetická efektívnosť pri repe cukrovej bola najvyššia na variante biokal počas vegetácie 50 t.ha⁻¹ (19,33) a najnižšia na variante MH 40 t.ha⁻¹ (14,58).
6. Z doterajších výsledkov poloprevádzkového pokusu s repou cukrovou môžeme vyplýva, že z hľadiska energetickej bilancie je hnojenie biokalom efektívne v oboch termínoch aplikácie. Pri porovnaní termínu aplikácie biokalu sa javí hnojenie biokalom počas vegetácie efektívnejšie ako v termíne na jeseň.

LITERATÚRA

- ADAMEC, O. – ČERNÝ, M. 1991. Možnosti využitia obnoviteľných zdrojov a alternatívnych energetických zdrojov v poľnohospodárstve. Nitra : Dom Techniky, 1991. s. 25.
- BOWERS, W. 1992. *Agricultural field equipment*. Energy in farm production. In: Energy in World Agriculture, Vol. 6, Amsterdam: Elsevier, 1992, s.117-129

- CHLPÍK, J. 2006. *Vplyv hnojenia biokalom na stabilitu štruktúrnych agregátov a kvalitu organickej hmoty*, Záverečná správa ČÚ 01, nepublikované, 10 s.
- KOTOROVÁ, D. et al. 2004. Porovnanie energetickej bilancie pestovania hustosiatych obilnín na fluvizemi glejovej a hnedozemi kultizemnej. In Zborník vedeckých prác Oblastného výskumného ústavu agroekológie v Michalovciach. Michalovce : OVÚA, 2004, s. 119-127. ISBN 80-969094-1-X.
- MIŠA, P. – KŘEN, J. 2001. Energy balance in model arable farming systems. In Rostlinná výroba, roč. 47, 2001, č. 7, 31 s.
- POSPIŠIL, R. – BITTER, J. 2001. Vplyv využitia vyhnitého kalu po výrobe bioplynu na úrodnosť pôdy. In Naše pole, roč. V, 2001, č. 10, s. 35-37.
- POSPIŠIL, R., VILČEK, J. 2000. *Energetika sústav hospodárenia na pôde*, Bratislava: VUPOP, 108 s., ISBN 80 – 85 361 – 75 – 2
- POSPIŠIL, R. 2004. *Produkcia bioplynu z odpadov ŽV a využitie výsledného biokalu ako hnojivého substrátu v RV*, In: Región – vidiek – životné prostredie 2004, Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, Nitra: SPU, s.64, ISBN 80-8069-437-0
- PREININGER, M. 1987. Energetické hodnotenie výrobných procesů v rostlinné výrobě : metodika. Praha : ÚVTIZ, 1987. č. 7, 29 s.
- ŽÁK, Š. – BENKOVÁ, M. 2005. Vplyv systému pestovania jačmeňa jarného na energetický zisk z tony sušiny. In. Agromagazín, roč. 7, 2005, č. 8, s. 20-22.

Kontaktná adresa:

Ing. Zora Ondrejčíková, KRV, SPU Nitra, Tr.A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, zora.ondrejcikova@uniag.sk

prof. Dr. Ing. Richard Pospíšil, KRV, SPU Nitra, Tr.A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, richard.pospisil@uniag.sk

Ing. Ladislav Režo, KRV, SPU Nitra, Tr.A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, ladislav.rezo@uniag.sk