

Využitie digestátu po výrobe bioplynu na hnojenie poľných plodín

Pospíšil, R.: The Use of Digestate after Biogas Production for the Fertilization of Field Crops. Životné prostredie, 2012, 46, 5, p. 250 – 253.

The use of digestate after biogas production as an organic fertilizer for field crops, monitoring its effect on the environment and environmentally acceptable involvement in nutrient cycling and energy is aim to the research project conducted by the Department of Crop Production since 2001, on the Slovak University of Agriculture in Nitra. It is readily digested source of nitrogen, which is physiologically more useful than from of mineral fertilizers. Digested has a pH of 7.63 to 8.5, non acidifies soil and results in better utilization of phosphorus. Digested on light soils reduces the density and improve the consistency, water storage capacity, and water stability of soil aggregates.

Key words: digestate, fertilization of field crops, effects on crops and soil

Ekonomické, ale aj ekologické dôvody využívania fosílnych palív v súčasnom i budúcom období stále viac obracajú pozornosť poľnohospodárov na využívanie obnoviteľných zdrojov energie. Jednou z možností je stále populárnejšia výroba bioplynu z odpadov živočíšnej a rastlinnej výroby. *Ostávajúci digestát – vyhnitý biokál* môžeme považovať za netradičné organické hnojivo so špecifickými účinkami na pôdu a pestované plodiny.

V Slovenskej republike nie sú k dispozícii vlastné dlhodobé poznatky o produkčných a mimoprodukčných účinkoch vyhnitých biokálov (substrátov) po kontinuálnej výrobe bioplynu na pôdu, úroveň a kvalitu produkcie, zdravotný stav a výskyt škodlivých činiteľov s dôrazom na škodlivosť burín v poraste. Zhodnocovanie biokalu ako hospodárskeho hnojiva, pri sledovaní jeho účinku na životné prostredie a ekologicky prijateľné zapojenie do kolobehu živín a energie, je cieľom výskumných projektov, ktoré realizuje Katedra rastlinnej výroby už od roku 2001 na Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Poloprevádzkový pokus na výmere 4,0 ha sa realizuje v blízkosti vybudovaného demonstračného bioplynového zariadenia na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku Slovenskej poľnohospodárskej univerzity (VPP) v Kolíňanoch. Je určené na kogeneračnú výrobu elektrickej energie z exkrementov od 80 veľkých dobytčích jednotiek hovädzieho dobytká.

Vyhnitý biokál po výrobe bioplynu je tmavá, heterogénna suspenzia s obsahom prístupných živín a organických látok. Vzhľadom k priaznivému obsahu organických a anorganických látok je vhodný na priamu aplikáciu na pôdu alebo na pozberové zvyšky po zbere plodín pred ich zapracovaním do pôdy. Zároveň sa realizuje aj priame hnojenie pestovaných poľných plodín biokalom počas vegetácie.

Materiál a metodika riešenia využitia biokalu pri výrobe bioplynu

S cieľom zistiť exaktnými analytickými metódami vplyv vyhniteho biokalu po kontinuálnej výrobe bioplynu na hydrofyzikálne, chemické a biologické parametre pôdy a vplyv rôznych dávok biokalu na výživový režim pestovaných plodín, ich zdravotný stav a zaburinenosť je na VPP Kolíňanoch od roku 2001 založený poloprevádzkový pokus so štyrmi plodinami (kukurica siata na siláž, repa cukrová, jačmeň siaty jarný, slnečnica ročná) pri štyroch variantoch hnojenia: (1) nehnojená kontrola, (2) biokál v dávke 50 t.ha⁻¹ aplikovaný na pozberové zvyšky na jeseň, (3) variant: maštalný hnoj raz za štyri roky (druhá kontrola) v dávke 40 t.ha⁻¹, (4) biokál v dávke 50 t.ha⁻¹ aplikovaný na jar počas vegetácie do pestovaných plodín.

Tab. 1. Rozbor pôdy na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU Kolíňany pred založením poloprevádzkového pokusu

| Hĺbka pôdy (m) | pH | Obsah živín (mg.kg ⁻¹) | | | | | | | |
|----------------|-----|------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------|----|-----|-------|-----|
| | | N-NH ₄ ⁺ | N-NO ₃ ⁻ | N _{an} | NLH | P | K | Ca | Mg |
| 0,0 – 0,3 | 5,7 | 4,8 | 2 | 6,8 | 75,33 | 21 | 200 | 2 600 | 275 |
| 0,3 – 0,6 | 5,7 | 3,8 | 2 | 6,0 | 36,27 | 5 | 180 | 2 900 | 357 |

Zdroj: Hanáčková (2010)

Záujmové územie VPP Kolíňany sa nachádza 10 km severovýchodne od mesta Nitra. Sever hospodárskeho obvodu má pomerne členitý reliéf. Na severozápade sa nachádza pohorie Tríbeč, smerom na juh územie postupne klesá a prechádza do roviny. Územím preteká potok Bocegaj, ktorý so svojimi prítokmi preteká cez chovný rybník. 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 vlhkovou 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 rovinným terénom a stupňom zornenia 87 %. Podiel trvalých trávnych porastov tvorí 8 % (Špánik a kol., 2002). Doba slnečného svitu v roku je 2 000 – 2 400 hodín, vo vegetačnom období 1 500 – 1 600 hodín. Na záujmovom území prevládajú vetry severozápadného smeru.

Pedologická charakteristika výskumného územia Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku Kolíňany

VPP obhospodaruje 38 pôdnych celkov o výmere 1 293,54 ha. Trávne porasty mapy predstavujú 94,73 ha. Pre optimalizáciu využívania pôdneho fondu a honového usporiadania územia sú využívané bonitované pôdno-ekologické jednotky a im zodpovedajúce typologicko-produkčné kategórie (subtypy). Relatívny vzťah bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek konkrétneho územného celku VPP Kolíňany voči optimálnym podmienkam, čiže k najproduktívnejším pôdno-ekologickým jednotkám na celom území Slovenska, má hodnotu 67,11 %.

Obsah živín v pôde pred založením pokusu

V Kolíňanoch prevažujú piesočnato-hlinité pôdy 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 oxidovateľného uhlíka C_{ox} predstavuje 1,24 %. Agrochemický rozbor pôdy pred založením pokusu je uvedený v tab. 1. Nakoľko úroveň prístupných živín nepostačovala na zabezpečenie plánovanej produkcie vybraných plodín, bolo vykonané predsejbové hnojenie k jednotlivým plodinám zaradeným v osevnom postupe: jačmeň siaty jarný, kukurica siata na siláž, repa cukrová, slnečnica ročná. Pred začatím riešenia projektu (2001) bolo záujmové územie celoplošne vyhnojované kombinovaným hnojivom NPK 15-15-15 v dávke 250 kg.ha⁻¹ (Hanáčková, 2010). V pokusoch realizovaných v rokoch 2010 – 2012 je už zaradené aj pestovanie pšenice ozimnej, raže ozimnej a repky olejky ozimnej.

Bilancia živín

Príjem živín pestovanými plodinami bol ovplyvnený ročníkom, hnojením a dosiahnutou úrodou. Z poľných plodín zaradených v osevnom postupe najväčším spotrebiteľom živín bola kukurica siata na siláž. Nižší príjem sledovaných NPK (dusíka – fosforu – draslíka) živín bol zistený pri plodinách v poradí: repa cukrová, jačmeň jarný a slnečnica ročná. Hospodárske úrody jednotlivých plodín pozitívne reagovali na jednotlivé úrovne hnojenia organickými hnojivami. Hnojením sa eliminuje účinok deficitu živín, čo umožňuje funkčnosť a výkonnosť porastu na tvorbu programovanej úrody. Vyvážené hnojenie a ním nahrádzanie živín prijatých rastlinami z pôdy je z hľadiska eliminovania rizika postupného vyčerpania pôdy a zníženia jej kvality nenahraditeľným prostriedkom. Bujnovský, Miklovič (2002) považujú zhodnotenie bilancie živín za jeden z prvých krokov pri zlepšovaní hospodárenia na pôde so živinami.

Vysoký vstup dusíka aplikáciou maštaľného hnoja v dávke 40 t.ha⁻¹ (167 kg.ha⁻¹) a jeho nižší odber úrodou ako na variantoch hnojených biokalom umožňuje vysloviť názor, že biokal je zdrojom pohotovému dusíka pre rastliny, najmä pri jeho jarnej aplikácii. Bilancia fosforu, s výnimkou kontrolného variantu, bola kladná.



Obr. 1. Aplikácia biokalu do porastu kukurice (hore) a na pôdu (dole) na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU Koliňany (2010). Foto: Richard Pospíšil

Bilančný prebytok fosforu sa na hnojených variantoch pohyboval od $+9,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (biokal jar) do $+29,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ na variante maštalný hnoj $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vzhľadom k nízkemu obsahu prístupného fosforu v pôde zistený nízky až vysoký bilančný prebytok fosforu na hnojených variantoch možno z dlhodobého hľadiska hodnotiť ako významný faktor zlepšujúci pôdnu úrodnosť. Najvyšší deficit draslíka ($-97,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) bol zistený na kontrole. Vysoký prebytok draslíka ($+102,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) bol na variante hnojenom maštalným hnojom v dávke $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, pri dávke $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ bol bilančný prebytok draslíka stredný ($33,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$).

K vyrovnanej bilancií draslíka sa najviac približoval variant s aplikáciou biokalu na jeseň ($1,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$). Percento nahradenia výstupov draslíka z jeho vstupov bolo $101,2 \%$. Podstatne nižší vstup draslíka biokalom ako maštalným hnojom a jeho vyšší príjem úrodou dokazuje, že draslík z biokalu je lepšie prijímaný rastlinami

ako z maštalného hnoja, z ktorého sa uvoľňuje postupne v priebehu dvoch až troch rokov. Vyhnitý biokal je pohoťovým zdrojom dusíka, ktorý je z biokalu fyziologicky využiteľnejší než z minerálnych hnojív. Vyhnitý biokal má pH $7,63 - 8,5$, neokysľuje pôdu a dochádza k lepšiemu využitiu fosforu. Aplikáciou biokalu sme v dávke $50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ do pôdy vložili $148 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ dusíka, $41,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ fosforu, $122 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ draslíka, $126 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ vápnika a $34 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ horčíka. Vyhnitým biokalom sa na ľahkých pôdach znižuje objemová hmotnosť a zlepšuje súdržnosť, vododržnosť a vodostálosť pôdnych agregátov.

Hnojenie poľnohospodárskych plodín vyhnutým biokalom je základným a v podstate najpoužívanejším spôsobom jeho využitia. Z hľadiska vplyvu na pôdu má rozhodujúci vplyv kvalita biokalu (obsah sušiny, minimum je okolo 9%), veľkosť použitej dávky, veľkosť aplikátora z hľadiska utlačania pôdy a doba aplikácie. Zvýšenou teplotou v procese metanogenézy dochádza k eliminácii klíčivosti semien burín. Z doterajších analýz počtu a druhov semien vo vstupnom (v priemere 468 kusov) a vyhnutom kale vyplýva, že ich počet sa pohyboval (58 kusov a menej) v jednom litri biokalu. Väčšina semien burín mala procesom vyhňavania narušené osemenie (biokal má zásadité pH okolo $7,5 - 8,5$). Použitím vyhnutého kalu nedochádza k zvyšovaniu zásoby semien burín v pôde.

Aplikáciou biokalu do porastu pestovaných plodín (obr. 1) sa predĺžila ich vegetačná doba asi o sedem dní, čo pri pestovaní kukurice na siláž umožnilo napríklad vykonávať postupný zber porastov podľa optimálneho obsahu sušiny podľa toho, do ktorých porastov bol biokal aplikovaný a do ktorých nie. Experimentálne aplikácie biokalu v porovnaní s kontrolou spôsobili zmeny v znižovaní penetračného odporu pôdy hlavne v hlbších vrstvách ornice (pod 10 cm). V koreňovej zóne plytkokoreniacich plodín boli zaznamenané zvýšené hodnoty aktuálnej pôdnej vlhkosti, čo sa pozitívne prejavilo na úrodách testovaných plodín, hlavne v suchých pestovateľských ročníkoch 2003 a 2007. Pri hnojení biokalom mikroorganizmy rýchlejšie rozkladali organické pozberové zvyšky.

V poľnom poloprevádzkovom pokuse sú v oševnom postupe zaradené plodiny, ktoré sa líšia množstvom uhlíka inputovaného do pôdy vo forme rastlinných pozberových a koreňových zvyškov. Tieto sú považované za primárny zdroj humusotvorného materiálu, doplnkovým zdrojom uhlíkatej hmoty sú organické hnojivá. Podľa vstupu uhlíka do pôdy vo forme pozberových a koreňových zvyškov pestovaných plodín možno z plodín zaradených do výskumu zostaviť nasledovné poradie: slnečnica ročná, kukurica siata na siláž, jačmeň jarný a repa cukrová. Hmotnosť pozberových zvyškov tej istej plodiny závisí od výšky úrody jej hlavného produktu.

Na základe doterajších výsledkov z poľného poloprevádzkového pokusu, realizovaného v rokoch 2001 - 2012 a exaktného sledovania vplyvu použitia digestátu - vyhnutého biokalu po kontinuálnej výrobe

bioplynu na výšku a kvalitu produkcie pestovaných plodín, je možné urobiť nasledovné závery:

1. Úroda plodín zaradených v oševnom postupe bola ovplyvnená poveternostnými podmienkami ročníka a hnojením. Na hnojenie biokalom výrazne pozitívne reagujú najmä okopaniny (repa, kukurica) a olejiny (repka, slnečnica). Štatisticky významné rozdiely v úrode hlavného produktu vplyvom ročníka však boli zistené len pri pestovaní slnečnice a cukrovej repy. Aplikáciou biokalu na jar sa získala najvyššia úroda hlavného produktu slnečnice a repy cukrovej, pri jeho jesennej aplikácii bola najvyššia úroda sušiny fytomasy kukurice siatej na siláž.
2. Príjem živín pestovanými plodinami bol ovplyvnený ročníkom, hnojením a dosiahnutou úrodou. Z poľných plodín zaradených v oševnom postupe najväčším spotrebiteľom živín bola kukurica siata na siláž. Nižší príjem sledovaných NPK živín bol zistený pri plodinách (v uvedenom poradí): repa cukrová, jačmeň jarný a slnečnica ročná.
3. Biokal poskytoval podstatne nižší vstup dusíka a draslíka ako maštalný hnoj. Vyšší príjem týchto živín úrodou dokazuje, že dusík a draslík z biokalu, najmä pri jeho jarnej aplikácii, je lepšie prijímaný rastlinami ako z maštalného hnoja, z ktorého sa uvoľňuje postupne v priebehu dvoch až troch rokov, pričom biokal je aplikovaný každoročne.
4. Pri jednotlivých plodinách zaradených v oševnom postupe bol vypočítaný export živín jednou tonou úrody hlavného produktu a zodpovedajúceho množstva vedľajšieho produktu, čo umožnilo spresniť výpočet dávok priemyselných hnojív a tým i šetriť náklady na ich nákup.
5. Zistený stredný bilančný prebytok fosforu na hnojených variantoch možno z dlhodobého hľadiska hodnotiť ako významný faktor zlepšujúci pôdnu úrodnosť vzhľadom k nízkemu obsahu prístupného fosforu v pôde na pokusnom pozemku.
6. Podmienkam udržateľného systému hospodárenia na pôde sa najviac približuje variant hnojený biokalom na jeseň v dávke $50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tu bol stanovený nízky bilančný prebytok dusíka ($9,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$), stredný bilančný prebytok fosforu ($16 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) a nízky bilančný prebytok draslíka ($1,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$).
7. Aplikáciou biokalu počas vegetácie sme dosiahli najvyššie úrody hlavného produktu pri slnečnici ročnej a repe cukrovej. Pri jeho jesennej aplikácii biokalu na pozberové zvyšky predplodiny pred ich zapracovaním do pôdy bola stanovená najvyššia úroda sušiny fytomasy pri pestovaní kukurice siatej na siláž.
8. V koreňovej zóne plytkokoreniacich plodín boli zaznamenané zvýšené hodnoty aktuálnej pôdnej vlhkosti, čo sa pozitívne prejavilo na úrodách testovaných plodín hlavne v suchých pestovateľ-

ských ročníkoch 2003 a 2007. Pri hnojení biokalom mikroorganizmy rýchlejšie rozkladali organické pozberové zvyšky.

9. Hnojivý účinok biokalu je všeobecne veľmi dobrý. Živiny v biokale, hlavne dusík, sú prijímané rýchlejšie ako z maštalného hnoja. Z hľadiska ochrany podzemných vôd pred vyplavovaním, hlavne dusíka, je bezpečnejšie hnojiť správne vyhnutým biokalom než minerálnym dusíkom z priemyselných hnojív.
10. Agronomické účinky vyhnutého biokalu v porovnaní so surovou hnojovicou sú pozvoľnejšie a nesporným prínosom je aj obmedzenie zápachu. Výrazným spôsobom je posilnená aj ochrana pôdy, vedy a prírodnej energie.

* * *

Kontinuálna výroba bioplynu predstavuje proces recyklácie a biologického sprístupňovania živín pri využití netradičnej metódy potlačania semien burín. Pri realizácii technológie kontinuálneho spracovania živočíšnych a rastlinných odpadov a využití vyhnutého biokalu ako organického hnojiva sú zaznamenané prínosy v oblasti zníženia materiálových a energetických vstupov do rastlinnej výroby, zvýšenie nutričnej a hygienickej kvality produkcie a pozitívna je aj úprava niektorých vlastností pôdy. Významné je zníženie výskytu škodlivých činiteľov v pestovaných plodinách pri realizácii tejto ekonomicky akceptovateľnej, ekologicky únosnej a prevádzkovo udržateľnej netradičnej technológie realizovanej v zmysle zásad správnej farmárskej praxe.

Prezentované výsledky výskumu sú z výsledkov riešenia projektov VEGA 1/8177/01, VEGA 1/1345/04, VEGA 1/4414/07 riešených v rokoch 2001 – 2009 a projektov DVVČ SPU Nitra za roky 2010 až 2012.

Literatúra

- Bujnovský, R., Miklovič, D.: Efektívne využívanie živín v poľnohospodárskom podniku nevyhnutná súčasť úspešného hospodárenia. *Agrochémia*, 2002, 42, 1, s. 28 – 30.
- Hanáčková, E.: Agrochemická účinnosť biokalu na pôdu a plodiny. *Využitie biokalu pri pestovaní poľných plodín*. Nitra: SPU v Nitre, 2010, 186 s.
- Španík, F., Šiška, B., Repa, Š.: *Agroklimatické a fenologické pomery Nitry (1991 – 2000)*. Nitra: VES SPU v Nitre, 2002, 40 s.

Prof. Dr. Ing. Richard Pospíšil, *richard.pospisil@uniag.sk*
Katedra rastlinnej výroby Fakulty agrobiológie a poľnohospodárskych zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra