

Ekologicky kompatibilný a energeticky výhodný spôsob spracovania exkrementov hospodárskych zvierat

Všeobecne známe ekologické a energetické problémy, stigmatizujúce všetky odvetvia národného hospodárstva s veľkou naliehavosťou vynucujú revíziu doterajších technologických i organizačných stereotypov v oblasti rastlinnej a živočíšnej výroby. Závažným momentom, ktorý sa v týchto súvislostiach dostal do popredia pozornosti výskumu i bežnej praxe, je otázka vhodného spracovania neúnosne veľkého množstva výkalov, vznikajúcich v nadväznosti na prevádzku veľkokapacitných fariem.

V dôsledku zavádzania bezpodstielkovej technológie, ktorá sa presadila najmä v chovoch ošípaných a nosníc, prudko narástol podiel výskytu tzv. hnojovice (tekutej, resp. polotekutej zmesi exkrementov), ktorá na rozdiel od tradičného plne recyklovateľného slamnatého maštalného hnoja, prináša celý rad ekologických a ekonomických komplikácií. Manipulácia s týmto materiálom vyvoláva vysoké náklady na skladovanie, rozvoz a aplikáciu, je spojená s deštrukciou značnej časti organickej hmoty vrátane dusíka, znehodnocuje životné prostredie agresívnym zápachom, rizikom priesaku do podzemných vôd a eutrofizácie povrchových recipientov. Navyše, jej kvalita ako hnojiva je z agrotechnického hľadiska viac než pochybná.

Vzhľadom na to, že štatistické údaje neposkytujú informácie o celkovej produkcii hnojovice a mieru závažnosti problému možno posudzovať v správnych proporciách len po kvantifikácii výskytu tohto materiálu, pokúsili sme sa ešte r. 1987 o odhad, ktorý vychádzal z inventarizácie všetkých väčších fariem s bezpodstielkovou technológiou v SR. Do úvahy sa brali všetky chovy dojníc a ostatného hovädzieho dobytku s koncentráciou nad 450 ks zvierat, ďalej farmy ošípaných nad 3000 ks a hydiny (nosnicové hospodárstva) nad 100 000 ks. Výsledky tohto odhadu sumarizuje tabuľka 1.

Hoci táto kvantifikácia je len hrubým odhadom, možno z nej vyvodit' niektoré veľmi dôležité závery. Táto forma exkrementov predstavuje len 6,8 % z celkového množstva vznikajúceho v nadväznosti na živočíšnu výrobu SR, v prípade ošípaných je zastúpená 17 % a hydinárske farmy s nosnicovým hospodárstvom participujú v tejto bilancii až 45 %. Z tabuľky ďalej vyplýva, že vznikom hnojovice sa zatažuje životné prostredie znečistením, ktoré vo vyjadrení pomocou BSK₅ dosahuje okolo 64 000 t O₂ ročne, čo zodpovedá ekvivalentu 3,2 mil. obyvateľov. Na spracovanie tohto množstva klasickými čistiacimi postupmi by sa okrem ťažko odhadnuteľnej investičnej nároč-

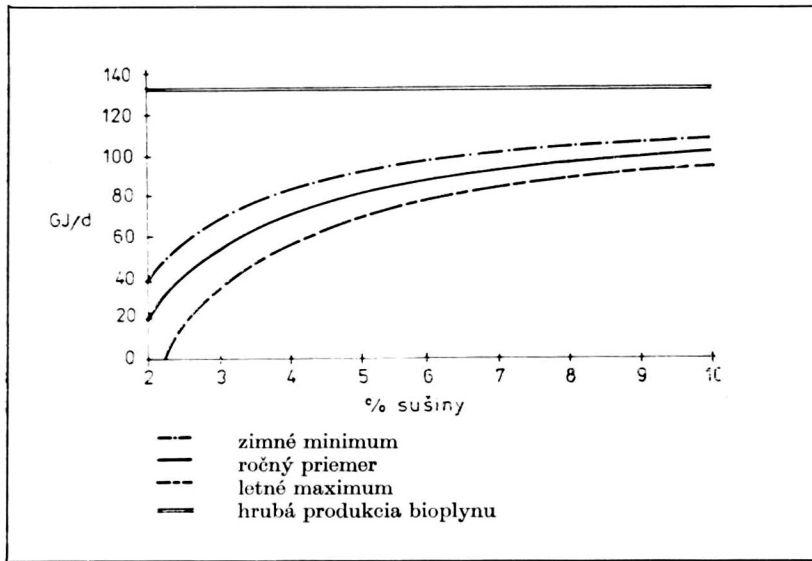
nosti spotrebovalo približne 455 TJ prevádzkovej energie. V tomto kontexte nadobúda problém hnojovice okrem ekologickej aj energetickú dimenziu. Čistenie je okrem toho metóda založená na princípe likvidácie hlavných živín, čím ich, spolu s organickou hmotou exkrementov, vylučuje z naturálneho kolobehu látok a vynucuje ekologicky (a opäť z hľadiska celkovej energetickej bilancie) veľmi pochybnú substitúciu priemyselnými hnojivami. Na dokreslenie naznačeného sekundárneho energetického pohľadu: substitúcia odhadnutého množstva 11 700 t dusíka by zatažila palivovú bilanciu národného hospodárstva 700 TJ, čo vyplýva z často prehliadanej, extrémne vysokej spotreby energie na výrobu priemyselných hnojív (1 t N₂ vyžaduje 60 GJ).

Ak sa pri výbere najvýhodnejšej technickej alternatívy na spracovanie hnojovice z veľkokapacitných fariem zohľadnia kritériá ekologickej kompatibility a energetickej náročnosti, takmer jednoznačne sa favorizuje metóda anaeróbnej fermentácie (metanogenézy). Hlavné výhody tohto postupu, ktorý je v princípe technologickou realizáciou pochodov prebiehajúcich v rámci naturálnych látkových cyklov, spočívajú v tom, že:

- splňa náročné požiadavky na tvorbu a ochranu životného prostredia;
- umožňuje recykláciu živín a humusogénnej frakcie exkrementov;
- je zdrojom doplnkovej energie z obnoviteľných surovín.

Metanogénna transformácia organickej hmoty je pomerne zložitý sled reakcií, ktoré prebiehajú účinkom spoločenstva viacerých druhov mikroorganizmov v podmienkach bez prístupu kyslíka. Výsledným produktom procesu je bioplyn (zmes metánu s oxidom uhličitým) a zvyšok po fermentácii (vyhnitá hnojovica).

Technológia metanogenézy je pomerne jednoduchá. Hnojovica sa z ustajňovacieho objektu odvádzá do homogenizačnej nádrže, odkiaľ sa v jednej, alebo viace-



1. Závislosť využiteľnej produkcie bioplynu od koncentrácie sušiny v surovej hnojovici.

rých dávkach za deň, prečerpáva do fermentačných tankov. Reakcia prebieha pri zvýšenej teplote, najčastejšie 35–40 °C (v mezofilnom teplotnom intervale), zriedkavejšie pri vyšších teplotách — okolo 50 °C (v termofilnej oblasti). Bioplyn sa odvádza do plynojemu, vyhnitá hnojovica sa transportuje do zásobníkov. Energia, potrebná na ohrev a udržiavanie konštantnej teploty sa získava spaľovaním časti vyrobeného bioplynu, môže sa použiť aj teplo z iných vhodných zdrojov.

Zavádzanie metanogenézy do poľnohospodárskej praxe motivujú predovšetkým ekologické argumenty. Medzi nimi treba zdôrazniť najmä skutočnosť, že procesom sa transformuje pôvodne ťažko využiteľný a pre životné prostredie rizikový materiál na organické, resp. organicko-minerálne hnojivo, obsahujúce živiny vo forme vhodnej na aplikáciu v rastlinnej výrobe. Jeho využitie znižuje nároky na spotrebu priemyselných hnojív, vzniká pritom dezodorizovaný produkt s eliminovanou kľúčivosťou semien burín a s podstatne redukovaným počtom patogénnych zárodkov. Význam metódy pochopiteľne umocňuje výhľad na zlepšenie energetickej bilancie rastlinnej a živočíšnej výroby. Rastúci záujem o tento spôsob zhodnocovania exkrementov potvrdzujú početné prevádzky vo viacerých európskych štátoch s vyspelým poľnohospodárstvom, ktoré sa koncipujú ako centrá na spracovanie hnojovice z väčšieho počtu fariem ležiacich v pomerne veľkom spádovom rajóne (až niekoľko desiatok km²).

Celý komplex výhod metanogenézy možno názorne demonštrovať na konkrétnom príklade zámeru, ktorý v týchto dňoch prechádza z prípravnej do realizačnej

fázy. Štátny majetok Bátka na farme Figa musí riešiť problém dispozície hnojovice od viac ako 13 000 ošípaných. Okrem toho sa na pozemky ŠM vyváža aj trus od 200 000 nosníc z hydinarskej farmy SPPŽV Rimavská Sobota.

Podľa návrhu technického riešenia Štátneho výskumno-výrobného hydinarskeho podniku, prípravu a projekt zabezpečuje projektová kancelária CONSA, dodávateľom technológie je š. p. Mostáreň Brezno, ktorý kooperuje s rakúskou firmou BAUER A. G.

Keďže v čase koncipovania návrhu nebolo definitívne rozhodnuté, či sa má technické riešenie týkať len hnojovice ošípaných, alebo sa bude spracúvať spoločne s trusom hydiny, pripravila sa materiálová a energetická bilancia pre obe alternatívy.

Porovnanie týchto dvoch prípadov je inštruktívnym dôkazom výhod sústredovania spracovateľských prevádzok i dôležitosti úsilia produkovať hnojovicu s čo najvyššou koncentráciou sušiny.

Surovinové vstupy:

- ošípané: 132 t surovej hnojovice (SH) s priemerným obsahom sušiny 5 %.
- ošípané a hydina: 166 t SH s priemerným obsahom sušiny 9,1 %.

Výstupy:

Technická štúdia predpokladá, že spracovaním uvedených vstupov anaeróbnou fermentáciou sa vo forme hrubej produkcie bioplynu získa energia:

- pri ošípaných: 55 GJ.d⁻¹,
- pri zmesi ošípané a hydina: 132 GJ.d⁻¹.

Ďalším produktom metanogenézy je vyhnitá hnojovica.

vica (VH). Jej celková produkcia a obsah najdôležitejších komponentov:

a) ošípané	129 t. d ⁻¹ VH
z toho	0,39 t. d ⁻¹ dusíka
	0,12 t. d ⁻¹ fosforu
b) ošípané a hydina	158 t. d ⁻¹ VH
z toho	0,84 t. d ⁻¹ dusíka
	0,29 t. d ⁻¹ fosforu

Pri priemernej potrebe dusíka 100 kg N₂.ha⁻¹ možno vyhnitým materiálom ošetriť: a) 1420 ha; b) 3060 ha poľnohospodársky využívaných plôch. Vychádzajú zo skutočných nákladov na priemyselné hnojivá, ktoré r. 1989 boli v ŠM Bátka 1462 Kčs.ha⁻¹, možno len úspory z titulu využitia vyhnitej hnojovice odhadnúť na: a) 2 mil. Kčs; b) 4,5 mil. Kčs ročne. V tejto sume nie sú zakalkulované prínosy, vyplývajúce z obmedzenia spotreby pesticídov, z predpokladaného zvýšenia kvality hnojiva z hľadiska výživy rastlín a jeho priaznivého pôsobenia na pôdu.

Energetický prínos metanogenézy nemožno pochopiteľne hodnotiť pomocou spomínanej hrubej produkcie bioplynu. Pre investora je zaujímavé len to množstvo paliva, ktoré sa dá využiť na farme, resp. predať externým spotrebiteľom. Kľúčovým činiteľom, ktorý najväčšmi ovplyvňuje výšku čistého energetického výťažku procesu, je koncentrácia sušiny v hnojivici pri vstupe do fermentácie. Čím menej balastnej vody bude surovina obsahovať, tým menšia bude aj spotreba bioplynu (alebo iného zdroja tepla) pri ohreve hnojovice na prevádzkovú teplotu. Vzťah medzi výťažkom čistej využiteľnej energie a koncentráciou sušiny (2—10 %) vyjadruje obr. 1.

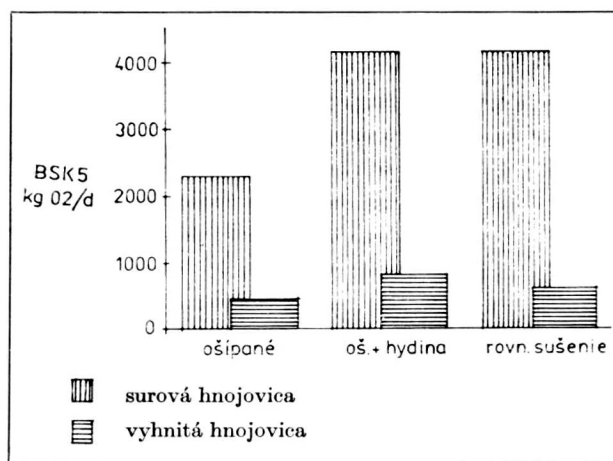
Vzhľadom na špecifické potreby jednotlivých fariem a kalkuláciu ekonomickej efektívnosti, možno voliť rôzne varianty energetickej využiteľnosti vyrobeného bioplynu.

Najjednoduchšia je výroba tepla spaľovaním v kotolni, pričom v prípade ŠM Bátka sa dá počítať s nasledovnými hodnotami produkcie čistej využiteľnej energie bioplynu:

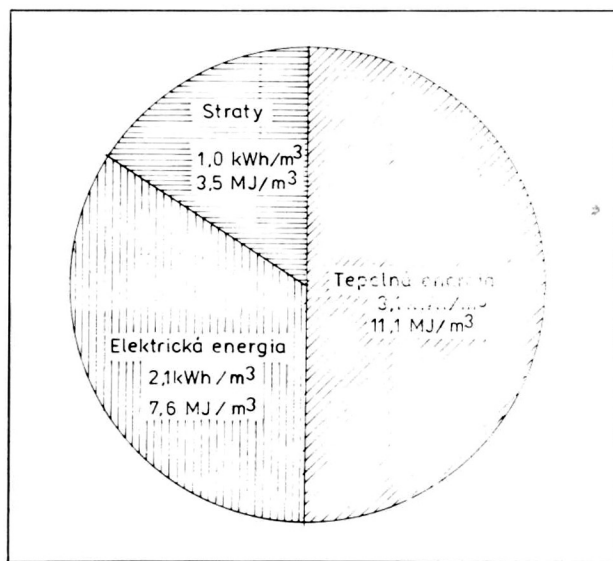
zimné minimum:	a) 22,6 GJ. d ⁻¹
	b) 91,3 GJ. d ⁻¹
letné maximum:	a) 34,6 GJ. d ⁻¹
	b) 107,7 GJ. d ⁻¹
celoročný priemer:	a) 29,2 GJ. d ⁻¹
	b) 100,4 GJ. d ⁻¹

Ďalším variantom energetického využívania bioplynu je pohon generátorov na výrobu elektrickej energie. Tento spôsob dovoľuje disponovať aj teplom získaným z chladenia motorových jednotiek, ktoré sa dá výhodne použiť ako zdroj energie pre metanogenézu. Energetickú účinnosť znázorňuje obr. 3. Pri inštalácii generátorov ako spotrebičov bioplynu z metanogenézy môže ŠM Bátka počítať s výrobou:

a) 5 240 kWh. d ⁻¹ elektrickej energie pri úplnom pokrytí procesných nárokov pre metanogenézu,



2. Zníženie BSK₅ pri metanogenéze hnojovice ošípaných a hydiny.



3. Energetická účinnosť konverzie bioplynu na elektrickú energiu a teplo z chladenia generátorov.

Tab. 1. Odhad ročnej produkcie hnojovice a niektorých jej zložiek z veľkokapacitných fariem s bezpodstielkovou technológiou chovu v SR

Druh zvierat	Počet zvierat	Surová hnojovica	Dusík	Fosfor	BSK ₅
	10 ³ ks	10 ³ t	10 ³ t	10 ³ t	10 ³ t
Dojnice	31	970	2,6	0,6	10,8
Ostatný HD	52	586	1,7	0,7	14,3
Ošípané	427	1 558	4,6	1,4	26,7
Nosnice	3 633	204	2,8	1,0	12,3
Spolu	—	3 318	11,7	3,7	64,1

- b) 12 570 kWh.d⁻¹ elektrickej energie, pričom po krytí procesnej potreby pre metanogenézu sa získa prebytok tepla v celoročnom priemere 31,7 GJ.d⁻¹ (zimné minimum 24,9; letné maximum 41,2 GJ.d⁻¹).

Zaujímavá možnosť je použitie bioplynu na substitúciu motorovej nafty ako paliva na pohon mobilných mechanizmov. Predpokladom je vyčistenie prvotného produktu na kvalitu zemného plynu a následná kompresia do tlakových fliaš. ŠM Bátka by týmto spôsobom mohol ušetriť každý deň:

- v zime minimálne:*
- a) 820 l nafty
 - b) 2800 l nafty
- v lete maximálne:*
- a) 1100 l nafty
 - b) 3200 l nafty
- v ročnom priemere:*
- a) 980 l nafty
 - b) 3020 l nafty

Kombinácia ošípaných s hydinou ponúka ešte jednu

možnosť racionálnej energetickej využitia bioplynu. Bioplyn z fermentácie hnojovice ošípaných a časti hydínového trusu sa dá použiť na sušenie zvyšku trusu z farmy nosníc. Výrobu možno organizovať tak, aby sa dosiahla energetická autarkia prevádzky. Pri kooperácii ŠM Bátka a SPPŽV Rimavská Sobota by sa bez akýchkoľvek nárokov na externé zdroje palív mohlo vyrobiť ročne 2150 t úsušku.

Vzhľadom na neustálenú cenovú hladinu energií, neuvádzame očakávané prínosy vo finančných ukazovateľoch. Na základe celkového trendu však možno predpokladať, že ekonomická efektívnosť výroby netradičných palív z obnoviteľných surovín bude v nasledujúcich rokoch narastať.

Význam metanogenézy pre ekológiu sa nedá vyjadriť korunovým efektom. Určitú možnosť kvantifikácie ponúka porovnanie ukazovateľa znečistenia BSK₅ v surovej a vyhnitej hnojovici v spomínaných farmách (obr. 2).

