

# Významný přínos výroby bioplynu

A IMPORTANT BENEFIT OF BIOGAS PRODUCTION

Luboš Babička, Ivana Poustková – Česká zemědělská univerzita v Praze

Ve vztahu ke klesajícím zásobám fosilních paliv a k diskusím o klimatických změnách se déle než dvacet let mluví o nových a ekonomicky dostupných cestách pro energie budoucnosti, např. o nukleární fúzi, palivových článcích, solárních technologiích apod. Velkým problémem však zůstává náhrada kapalných paliv, benzínu a nafty. Určité řešení lze díky národní a mezinárodní podpoře nalézt v biomase. Rozvoj využití biomasy i jejího pěstování pro energetické účely jako součást řešení ekologických i ekonomických otázek energetiky, problém zemědělské politiky a politiky rozvoje venkova je celosvětově podporován. Svědčí o tom plejáda prohlášení řady státníků na významných fórech. Např. v rámci tzv. „Zeleného týdne“ (Green Week) prezident USA Bush stanovil ambiciózní požadavek: do roku 2017 zajistit produkci biopaliv ve výši 35 bilionů galonů, což představuje více než pětinašobné zvýšení současné produkce biopaliv v USA při současném předpokladu snížení produkce CO<sub>2</sub>.

Na negativní vývoj situace v oblasti zdrojů ropy reagovala Komise EU změnou směrnice 2003/30/ES, týkající se biopaliv tak, že původní záměr do roku 2010 zvýšit výrobu energie z obnovitelných zdrojů o 12 % a biopaliv z původních 5,75 % se navýší na 10 % v roce 2020.

V rámci této politiky se Česká republika zavázala, že do roku 2010 stoupne podíl elektrické energie z obnovitelných zdrojů v hrubé spotřebě na 8 %, na což by stačila polovina z půl milionu hektarů zemědělské půdy, která doposud leží ladem.

Na základě tohoto závazku se podle Ministerstva zemědělství ČR počítá s výměrou 1,5 mil. ha půdy pro pěstování biomasy pro energetické účely, lze proto konstatovat, že v podobě organických hmot se v zemědělství skrývá obrovský energetický potenciál, který lze využít k výrobě biopaliv. Z celkového potenciálu biomasy lze využít 80–95 % k výrobě bioplynu, a to bez ohledu na další druhy biopaliv.

Dalším důležitým zdrojem energie jsou vedlejší produkty živočišné výroby, resp. exkrementy hospodářských zvířat. Tyto látky jsou jako organická hnojiva již po staletí využívána a stala se jedním z hlavních výrobních prostředků v zemědělství. Mezi jejich hlavní klady patří zúrodnění půdy a zvyšování její produkční schopnosti. Při jejich správném skladování – v podobě digestátu, zbytku z výroby bioplynu – i při jejich správné aplikaci jsou šetrné k životnímu prostředí. V tomto případě na upravené exkrementy hospodářských zvířat nelze pohlížet jako na závadný odpad, který je nutno likvidovat, ale jako na vysoce kvalitní organické hnojivo.

Je všeobecně známo, že jedním z rozhodujících kritérií půdní úrodnosti a stability je obsah půdní organické hmoty. Další významnou vlastností je chemické složení a struktura organických

látek v půdě, které mají vliv na schopnosti půdy vázat cizorodé látky a dále na pufovací, zásobní a filtrační funkci půdy. Všechny požadované vlastnosti půdy můžeme výrazně ovlivnit použitím organických hnojiv, respektive digestátů z bioplynových stanic.

Využitím a kvalitou surové kejdy v ČR se v 70. a 80. letech minulého století zabývala celá řada výzkumných pracovišť. Z této doby existuje celá řada publikací, ze kterých jednoznačně vyplývá, že kejda není odpad, ale naopak se jedná o vysoce hodnotný výrobní prostředek rostlinné výroby. Záleží však na její kvalitě, která je značně ovlivněna jejím skladováním. Bylo zjištěno a ověřeno, že optimální doba skladování kejdy je 4–6 měsíců. Je-li zajištěna dostatečná skladovací kapacita, potom je dostačující kejdou hnojit jen ve dvou termínech. Při tomto způsobu aplikace, kdy se využije nejvhodnějšího období ke hnojení, se zvýší využití dusíku z kejdy o ca 40 %. Z původních 30–35 % až na 70–75 %. Vezmeme-li v úvahu hodnotu poměru C/N (kolem 4,6), pak u prasečí kejdy lze přistoupit i k trojnásobné aplikaci v průběhu vegetace.

Z dlouhodobých srovnávacích polních pokusů též vyplývá, že při ekvivalentní dávce 1,54 t.ha<sup>-1</sup> organických látek, dodá slamnatý hnůj 52 kg.ha<sup>-1</sup> N, kdežto kejda prasat 130 kg.ha<sup>-1</sup> N, tj. 2,5× více. Zvýšení hrubé produkce plodin dokazuje, že při aplikaci prasečí kejdy lze ušetřit cca 50 kg.ha<sup>-1</sup> N v průmyslových hnojivech. Při každoročním hnojení kukuřice na siláž s dávkou 366 kg.ha<sup>-1</sup> prasečí kejdy lze nahradit 300 kg.ha<sup>-1</sup> v průmyslových hnojivech. Z nutričního hlediska je nutné upozornit, že z chemických rozborů vyplývá, že obsah nitrátů v rostlině je po minerálním hnojení (NPK) výrazně vyšší než při použití prasečí kejdy. Stejně tak i celá řada dalších kvalitativních parametrů vykazovala lepší hodnoty.

Pro úplnost je nutné dodat, že k obdobným, v mnoha případech i lepším výsledkům jsme dospěli při použití zbytků z prasečí kejdy po anaerobní digestaci jakožto zbytku při výrobě bioplynu. Navíc je nutné zdůraznit, že anaerobně upravená kejda – digestát byla zcela zbavena nepříjemného zápachu. Z již zmíněného období existuje i několik informací o možnosti využití kejdy k výrobě bioplynu a použití digestátu jako kvalitního organického hnojiva.

V současné době je v podmínkách České republiky roční spotřeba nehumifikovaných organických látek 4–4,5 t.ha<sup>-1</sup>. Tato hodnota je z 50–60 % uhrazena posklizňovými zbytky a zbývajících 40–50 % je třeba doplňovat organickými hnojivy. Neblahým zjištěním je, že úhrada nehumifikovaných organických látek se každoročně v důsledku jejich použití k energetickému využití (spalování) výrazně snižuje.

Organické hnojení je dlouhodobě deficitní a má klesající tendenci, i když je vědecky i prakticky dokázáno, že organická

Tab. 1. Změny podílu dusíkatých složek v kejdě a digesátu vyvolané anaerobní fermentací

Parametr	Prasečí kejda		Hovězí kejda	
	čerstvá	fermentovaná	čerstvá	fermentovaná
Obsah sušiny (%)	8,38	3,45	10,03	6,76
Obsah organické sušiny (%)	3,75	2,01	7,35	4,66
pH	7,37	8,02	7,42	7,75
	0,48	0,45	0,41	0,38
	0,33	0,36	0,20	0,22
Stupeň rozkladu org. sušiny (%)	68,8	46,4	48,8	36,56
		80,0		57,9
		16,3		20,3

hnojiva zajišťují lepší využití živin vnesených do půdy. Jak již bylo zmíněno, vážné snižování zpětného vnašení organické hmoty do půd úzce souvisí s energetickým využíváním posklizňových zbytků z obilovin k přímému spalování.

#### *Bioplynová stanice jako významný zdroj kvalitního organického hnojiva*

V posledních letech výrazně stoupá zájem o technologii výroby bioplynu, která představuje ekonomicky perspektivní způsob současného zneškodnění a také „zpeněžení“ biologicky rozložitelných odpadů ze zemědělské výroby (např. chlévského hnoje, kejdy, odpadních rostlinných materiálů, podestýlky, z chovu drůbeže apod.). Vsázkou do anaerobního reaktoru v bioplynové stanici (dále jen BPS) může být široké spektrum organických látek podléhajících rozkladům v procesu anaerobní fermentace. Lze tedy využít nejen zbytky z potravinářského průmyslu, ale i biologicky rozložitelné odpady kategorie 3 nebo materiály kategorie 2, upravené v souladu s nařízením Evropského parlamentu č. 1774/2002/ES. O zvýšeném zájmu o výrobu bioplynu svědčí nejen rostoucí počet projektovaných a budovaných stanic, ale stále se zvětšující zájem zemědělců, manažerů firem a obcí uvažujících o možném zlepšení své ekonomiky. Zde je nutné upozornit, že zájmy čistě ekonomické se nesmějí křížit se zájmy ochrany životního prostředí. Obzvláště důležitý je zde dostatečně hluboký rozklad organické hmoty a eliminace vlivu vysokých obsahů dusíku obsaženého v různých formách v organické hmotě, jakožto základní požadavek pro omezení jejich úniků do okolí.

Fermentovaná kejda spolu s ostatními složkami představuje komplexní, organominerální hnojivo s vysokou hnoјivou účinností, srovnatelnou s chlévskou mrvou, přičemž hlavní předností fermentačního procesu je stabilizace organického zbytku a úplné odstranění zápachu. Kejda, podobně jako jakékoli jiné organické hnojivo, musí být v souladu s požadavky uvedenými v zákoně č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění posledních úprav a ve znění vyhlášek č. 474/2000 Sb., č. 401/2004 Sb. a č. 209/2005 Sb.

Využití odpadu ze živočišné výroby k produkci bioplynu v BPS je v souladu s požadavky IPPC danými směrnici EU 96/64/EC. Likvidace odpadů ze zemědělství je dále zmiňována i v Nařízení Evropského parlamentu a Rady 92/2005.

#### *Přínos bioplynové stanice pro zemědělský podnik*

V současné době existuje celá řada typů BPS využívajících různé druhy organického odpadu od čisté biomasy až po kaly z čistíček odpadních vod a průmyslové odpady. Z hlediska minimalizace možné kontaminace digesátu toxickými látkami, které omezují jeho využití jako organického hnojiva, se ukazují jako optimální tzv. farmářské BPS, které k výrobě bioplynu využívají pouze odpady z vlastní živočišné a rostlinné výroby v kombinaci s biomasou záměrně pěstovanou k tomuto účelu. Přínosem BPS pro farmu je:

- získání hodnotné energie, v jakékoli formě po dalším zpracování bioplynu, např. na výrobu elektrické energie, teplé užitkové vody, k pohonu dopravních a mechanizačních prostředků apod.,
- výrazné zmenšení zatížení pachem z živočišných výrob,
- zmenšení chemických účinků surové kejdy,
- zlepšení tekutosti a (nebo) možnost účinného odvodnění,
- zmenšení zatížení ovzduší skleníkovými plyny,
- zvýšení obsahu humusu v půdě,
- zabránění ztrátám na živinách,
- zmenšení vyplavování dusíku a zamezení úniků nitrátů,
- zlepšení odolnosti rostlin,
- zlepšení zdravotního stavu rostlin,
- hygienizace kejdy,
- snížení zaplevelení plodin a orné půdy,
- zvýšení klíčivosti osiva,
- zpracování organických zbytků,
- úspora plateb stočného,
- vyřešení problému zákazu vypouštění odpadních vod,
- získání hnojiva splňujícího podmínku ekologického zemědělství.

Přednosti digesátu lze ve zjednodušeně vyjádřit: anaerobní fermentací dojde k výraznému zlepšení snášenlivosti rostlinami, protože rozkladem sušiny a leptavě působících organických kyselin dochází ke zvýšení pH a zředění substrátu. Takto zředěný substrát, resp. kejda se lépe čerpá a aplikuje. Vzhledem ke snížené viskozitě proniká snáze do půdy a tím dochází i ke snížení ztrát dusíku, který je v anaerobně fermentované kejdě pouze v amoniakální formě.

Anaerobní fermentační proces probíhá v uzavřeném systému v reaktoru, který zabraňuje ztrátám živin. V porovnání s volným skládkováním nebo kompostováním se zamezí ztrátám dusíku v rozsahu 20–40 %.

Dusík, který je v anaerobně fermentovaném substrátu nebo kejdě ve formě amoniaku, je nutné pokud možno co nejrychleji zapravit do půdy. Z provedených pokusů jsou zřetelné výrazné rozdíly ve výnosech i v kvalitativních parametrech plodin při použití fermentované kejdy v porovnání s nefermentovanou kejdou.

Organicky vázaný dusík je v anaerobně fermentované kejdě tvořen převážně odumřelými metanovými bakteriemi a v půdě je pomalu mineralizován. Obsah fosforu, draslíku a vápníku zůstává v anaerobně fermentované kejdě v plném rozsahu zachován. Obdobně i síra, která je důležitá pro tvorbu bílkovin, se při odsířování bioplynu vrací spolu s kejdou zpět na pole, což je nesmírně důležité při pěstování řepky a brukvovitých plodin obecně.

Na rozdíl od spalování biomasy, neseparovaná „bioplynová kejda“ je též nesmírně důležitá z hlediska uhlíkové bilance v půdě. Lignin a v menší míře celulóza nejsou metanovými bakteriemi rozkládány a jsou spolu s kejdou vraceny zpět na pole, kde přispívají k zpětnému navrácení uhlíku do půdy.

Obavy některých zemědělců i vědeckých pracovníků o škodlivosti anaerobně fermentované kejdy na růst rostlin jsou naprosto neopodstatněné a svědčí o hlubokých neznalostech moderních biotechnologických postupů.

Vycházíme-li z předpokladu, že zvířecí exkrementy obsahují až 1010 mikroorganismů na 1 ml, při běžném skládkování hnoje dochází k jeho zahřevu na 55 °C, což stačí ke snížení obsahu mikroorganismů na 106, potom při anaerobní fermentaci, která pracuje v termofilní oblasti, se dostáváme na hodnoty 102, což je dostatečný hygienizační účinek, kdy zárodky mikroorganismů (bakterie, viry a paraziti) již nejsou schopny vyvolávat choroby a přenášet nákazu.

Hygienizační účinek při anaerobní fermentaci kejdy se významně zvyšuje v důsledku přítomnosti čpavku.

Na základě vědeckých prací je prokázáno, že při anaerobní fermentaci pracující v termofilní oblasti (55 °C) dochází již po pěti hodinách k likvidaci patogenních mikroorganismů pod mez detekce.

Na základě zkušenosti a vědeckých prací lze konstatovat, že BPS s anaerobní fermentací pracující v termofilní oblasti znamenají pro oblasti s velkochovy dobytka a tedy zvýšeným rizikem nebezpečí nákazy, významný profylaktický přínos.

Bude-li bioplynová stanice pracovat pouze v režimu platným pro ekologicky hospodařící farmu, potom i digestát bude splňovat podmínku organického hnojiva použitelného pro produkci ekologických výrobků.

Kejda, která proběhla anaerobní digesí, tedy tzv. „bioplynová kejda“, je vyvážené hnojivo, které nepůsobí žíravě na list, což je rozhodující aspekt pro všechny zemědělce a to bez rozdílu, zda se jedná o pěstitele zeleniny, konvenční či ekologicky hospodařící zemědělce.

Zemědělci, kteří používají „bioplynovou kejdu“ přispívají aktivně k ochraně životního prostředí, protože napomáhají splňovat požadavky tzv. „nitratové směrnice“ a směrnice na „odpadní vody“. Současně zabraňují únikům metanu a čpavku z otevřených skládek do ovzduší.

## Závěr

Anaerobní technologií BPS lze bezproblémově zvládnout problematiku stájových hnojiv, zvláště kejdy u bezstelivových provozů s vysokou koncentrací zvířat.

Praxe ukázala, že vhodnou kombinací živočišné a rostlinné výroby lze celoročně zajistit materiál pro provoz BPS a plně využít všechny zemědělsky i nezemědělsky využívané plochy náležející k farmě.

Na rozdíl od spalování biomasy, neseparovaná „bioplynová kejda“ má významný humusotvorný vliv na půdu, protože nerozložená organická hmota, lignin a další organické zbytky se vracejí zpět na pole. Vedle toho, že anaerobně fermentovaná prasečí kejda, která vzniká jako odpad ze zemědělské prvovýroby, zabezpečuje přísun organických látek a je zdrojem energie a uhlíku pro půdní mikroorganismy, příznivě působí na řadu fyzikálně-chemických vlastností půdy. Zlepšuje v půdě hospodaření s vodou, příznivě ovlivňuje obsah přístupného fosforu a dalších látek v půdě.

Digestát z bioplynové stanice se správně nastaveným režimem digesce, bez rozdílu, zda se jedná o kejdu skotu, prasat či drůbeže, lze výhodně použít k přímému hnojení plodin pěstovaných v zemědělském podniku a představuje neefektivnější

způsob hnojení s využitím jeho hnojivové hodnoty. Začlenění digestátu z bioplynových stanic farmářského typu, respektive anaerobně fermentované kejdy do systému hnojení plodin, představuje jednu z velkých rezerv zemědělské výroby při současně významném snížení rizika hnojení průmyslovými i statkovými hnojivy ve vztahu k životnímu prostředí.

Současně je nutné vyvrátit buď domněnku, nebo neblahou zkušenost, kterou mají na svědomí tzv. „na slovo vzaté odborníci pro provoz bioplynových stanic“, že bioplynové stanice zamořují své okolí nepříjemným pachem. Nepříjemným pachem zamořují své okolí pouze ty BPS, kde není zvládnuta technologie anaerobní digesce a reaktor je přetěžován.

Je třeba zdůraznit, že správně navržená a tedy i správně pracující bioplynová stanice a jí produkovaný digestát, v žádném případě nezamořují své okolí pachem a z hygienického hlediska se nejedná o mikrobiálně závadnou látku.

Na závěr uvádíme dva citáty Jonáše a Petříkové, předních odborníků na využití organických hnojiv: „Je třeba si však uvědomit, že právě exkrementy hospodářských zvířat představují největší zdroj organických látek, které je nutné vracet do půdy. Obecně platí, že koloběh organických látek v přírodě nelze beztržně narušovat. Zvláště v zemědělské výrobě je nutno vracet do půdy organické látky, které z ní rostlinná výroba odčerpává. Bez dostatku organických látek v půdě nejsou minerální živiny v průmyslových hnojivech efektivně využívány“. „Postupy se získáním bioplynu mohou poskytnout zemědělské výrobě nový lokální zdroj energie, který umožní zvýšit kvalitu rostlinných produktů, především objemné píče“.

Je totiž zachován pro zemědělskou výrobu tak důležitý cyklus, kterým je: půda – krmivo – zvíře – exkrementy – zpracování – půda. Tento cyklus je však ještě možné zdokonalit jak po stránce ekonomické tak i kvalitativní využitím moderních biotechnologických postupů.

*Článek byl vypracován v rámci řešení projektu MŠMT 6046070901.*

## Literatura

- BABIČKA L., ZAJÍČEK P., BABIČKA P.: Další možnosti využití bioplynu v rámci zemědělsko-potravinářského komplexu. In *Sborník „Bioplyn v zemědělství a rozvoj venkova na obou stranách česko-rakouské hranice“*, České Budějovice, 18. 10. 2005.
- BABIČKA L., STRAKA F.: Bioplynová stanice jako nedílná součást zemědělsko-potravinářského komplexu. In *Mezinárodní konference BIOPLYN 2006*, České Budějovice, 4.–5. říjen 2006.
- BABIČKA L.: Najde cukrovka využití při výrobě bioplynu a palivového lihu? *Listy cukrov. řepář.*, 122, 2006 (3), s. 78–82.
- BABIČKA L.: Bioplyn v zemědělství a rozvoj venkova na obou stranách česko-rakouské hranice. *Farmář*, 2006 (2), s. 8–9.
- BABIČKA L., STRAKA F.: Souhrn výhod a využití bioplynu v resortu zemědělství. In *Sborník přednášek z mezinárodní konference BIOPLYN 2007*, České Budějovice, 23.–24. duben 2007.
- BABIČKA L. ET AL.: Digestát jako hnojivo. In *Sborník přednášek z mezinárodní konference Výstavba a provoz bioplynových stanic*, Třeboň, 25.–26. 10. 2007.
- BABIČKA L. ET AL.: Transgenní plodiny jako surovina pro výrobu bioplynu, In *Sborník přednášek z mezinárodní konference BIOPLYN 2009*, České Budějovice, 23.–24. duben 2009.
- BABIČKA L. ET AL.: Využití digestátu jako organického hnojiva. In *Sborník přednášek z mezinárodní konference BIOPLYN 2008*, České Budějovice, duben 2008.

9. DEMIRBAS A.: Biofuels Sources, biofuels policy, biofuels economy and global biofuels projections. *Energy Conversion and Management*, 49, 2008 (8), s. 2106–2116.
10. HANÁČKOVÁ E., ŽÁK Š., MACÁK M.: Vplyv úrody buliev a cukornatosti repy cukrovej na teoretickú produkciu etanolu a energii pri rôznom hnojení. *Listy cukrov. řepář.*, 124, 2008 (12), s. 340–347.
11. HANÁČKOVÁ E. ET AL.: Využitie slamy ako organického hnojiva pri pestovaní repy cukrovej v zraniteľných oblastiach. *Listy cukrov. řepář.*, 124, 2008 (1), s. 12–15.
12. MAKADI M. ET AL.: Nutrient cycling by using residues of bioenergy production – effects of biogas-digestate on plant and soil parameters. *Cereals Research Communications*, 36, 2008 (3), s. 1807–1810.
13. JONÁŠ J., PETŘÍKOVÁ V.: *Využití exkrementů hospodářských zvířat*. SZN Praha 1988.
14. *Bericht das 10. Alpenländische Expertenforum: Biogasproduktion – alternative Biomassenutzung und Energiegewinnung in der Landwirtschaft*. sborník přednášek, 2004.
15. *Výroba a využití bioplynu*. Česko-německá obchodní a průmyslová komora, sborník přednášek, 2004.

### **Babička L., Poustková I.: A important benefit of biogas production**

Anaerobic fermentation of agricultural wastes, dungs and biomass as a method of waste treatment together with silage produces not only biogas for clean energy purposes. Utilization of anaerobic solid residuals as fertilizers has many advantages and positive environmental impacts. Cultivation tests confirm very good results in the growth of vegetable and show no negative influence on the quality of cultivated products. Utilization of fermented residuals significantly decrease emissions of nitrates, ammonia and also methane. The aim of our work was to demonstrate the effects of digestate applications as a nutrient source of crop yield. Maize silages and also biogas-digestate could become a very useful material for energy production and subsequently a very useful material for plant nutrition.

**Key words:** anaerobic fermentation, wastes, biomass, silage, biogas, fertilizers, digestate, plant nutrition.

### **Kontaktní adresa – Contact address:**

doc. Ing. Luboš Babička, CSc., Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra kvality zemědělských produktů, Kamýcká 957, 165 21 Praha 6 Suchbát, Česká republika, e-mail: babicka@af.czu.cz