



# ODPADOVÉ FÓRUM

W A S T E   M A N A G E M E N T   F O R U M  
Odborný měsíčník pro průmyslovou a komunální ekologii

7-8

červenec/srpen 2021  
ročník 22

100 Kč

TÉMA MĚSÍCE

## Cirkulární ekonomika Bioodpady a kaly



Partner čísla



ENERGY FINANCIAL  
GROUP

# Nitrifikace a následné tepelné zahuštění jako postup zpracování fugátu

| Ing. Pavel Švehla, Ph.D., Ing. Pavel Míchal, Ph.D., prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc., dr. h. c., Česká zemědělská univerzita v Praze  
| Ing. Jan Procházka, Ph.D., Agro Podlesí, a.s.

Při manipulaci s fermentačním zbytkem z bioplynových stanic dochází těkáním amoniaku k ohrožování kvality životního prostředí a zároveň ke snížení míry recyklace živin v zemědělských systémech. Na pracovišti KAVR ČZU byla vyvinuta metoda spočívající v nitrifikaci a následném tepelném zahuštění, která má potenciál tyto problémy řešit.

**V** nedávné minulosti bylo v ČR vybudováno velké množství zemědělských bioplynových stanic (BPS), přičemž nakládání s fermentačním zbytkem (digestátem) vznikajícím jako vedlejší kapalný produkt provozu BPS v řadě případů nebylo při plánování stavby detailně promyšleno. V některých případech proto dochází k hromadění fermentačního zbytku a poměrně komplikovaně se hledají cesty k jeho racionálnímu využití. Fermentační zbytek je velmi heterogenní materiál, a proto je v řadě případů přímo v objektech BPS separován na pevnou frakci – scparát a kapalnou frakci – fugát.

## Fugát a problémy s ním spojené

Fugát obsahuje široké spektrum živin. Koncentrace amoniakálního dusíku může dosahovat i několik g/l. Zároveň je v něm ve významném množství obsažen i draslík, fosfor a další živiny. To ho předurčuje k využití ve výživě rostlin. Současnou běžnou praxí nakládání s fugátem je jeho relativně dlouhodobé skladování a následná aplikace na zemědělskou půdu. Tento způsob využití fugátu je však spojen s celou řadou problémů.

Při skladování fugátu i při jeho aplikaci na půdu hrozí významné ztráty dusíku způsobené těkáním amoniaku do ovzduší. Tím dochází nejen ke kontaminaci životního prostředí, ale také ke ztrátě základní živiny. Přes relativ-

nanční nároky spojené s přepravou tohoto materiálu na zemědělskou půdu. V neposlední řadě tato skutečnost vede vzhledem k velké frekvenci pojazdů zemědělské techniky i k nežádoucímu utužování zemědělské půdy.



Foto 1: Poloprovozní reaktor pro nitrifikaci fugátu.

ně vysoký obsah živin fugát obsahuje velké množství vody, což zvyšuje nároky na objem skladovacích prostor i fi-

## Dostupná řešení

Optimalizovat využití živin obsažených ve fugátu je možno různými přístupy, které jsou zpravidla založeny na zakoncentrování živin či jejich získání v relativně čisté podobě. Známé jsou fyzikálně-chemické metody vedoucí k získání amonného dusíku, popřípadě k současnemu získávání amonného dusíku a fosforu – například stripování amoniaku, srážení struvitu či sorpcie na biochar či jiné materiály. Významnou část živin obsažených ve fugátu je možno převést do biomasy zelených řas, kterou je možno dále využívat. Všechny uvedené postupy jsou ale více či méně selektivní, tedy umožňují využít pouze vybrané živiny, a jejich efektivita je navíc zpravidla omezená. Fugát, který je zbaven základních živin, se ve většině případů stává těžko využitelným a v podstatě odpadním materiálem. Nezbývá pak často jiné řešení než ho přímo v areálu bioplynové stanice nebo v objektu logisticky dostupné čistírny odpad-



Foto 2: Nádrž pro dlouhodobé uskladnění fermentačního zbytku, resp. fugátu.

ních vod zpracovávat jako odpadní vodu. Čištění takové odpadní vody je přitom velice problematické.

Pokud chceme využít všechny látky obsažené v surovém fugátu včetně vody, přichází v úvahu v zásadě aplikace membránových procesů nebo tepelné zahuštěování fugátu. Využití membránových procesů pro tak heterogenní materiál, kterým je fugát, je velice technicky a ekonomicky složitým procesem. Tepelné zahuštěování je po energetické stránce velmi náročné. Uvážíme-li však, že řada zemědělských bioplynových stanic provozovaných v ČR nenachází dostatečné uplatnění pro teplo produkované kogeneračními jednotkami, stává se variantou vcelku reálnou. Významným problémem je však těkavost amoniaku a z ní plynoucí tendence této formy dusíku přecházet při tepelném zahuštěování do destilátu. Vysoký obsah dusíku v destilátu je nezádoucí z pohledu jeho dalšího využití. Zároveň je převedením amoniaku do destilátu o živiny ochuzen tepelně zahuštěný fugát. Intenzita přestupu amoniakálního dusíku do destilátu může být efektivně snížena okyselováním fugátu přídavkem minerálních kyselin. To však významně prodražuje jeho zpracování a zároveň může v konečném důsledku po aplikaci fugátu v rostlinné výrobě podporovat okyselování půdy.

## Nitrifikace a následné tepelné zahuštění

Alternativním postupem předúpravy fugátu před jeho tepelným zahuštěním je převedení amoniakálního dusíku na oxidované formy (dusičnan, popřípadě dusitan) s využitím činnosti nitrifikačních organismů. Oxidované formy dusíku

jsou ve srovnání s amoniakálním dusíkem stabilní formou. Navíc v důsledku nitrifikace dochází k poklesu pH, který může dramaticky snížit intenzitu těkání amoniaku i v případě, že významná část dusíku zůstane po zpracování fugátu v nitrifikačním reaktoru ve formě amoniakálního dusíku. Aplikace metody založené na nitrifikaci a následném tepelném zahuštění nitrifikovaného fugátu může z výše nastíněných důvodů minimalizovat ztráty dusíku při manipulaci s fugátem. Prakticky všechny živiny obsažené v surovém fugátu by měly být zakoncentrovány do tepelně zahuštěného nitrifikovaného fugátu majícího charakter komplexního kapalného hnojiva. Předpokládá se, že destilát bude možno využít jako procesní vodu, například pro optimalizaci obsahu sušiny v substrátu vstupujícím do anaerobního reaktoru bioplynové stanice. Na rozdíl od většiny jiných metod tato technologie neprodukuje odpadní vodu.

## Shrnutí dosavadních výsledků

Výsledky laboratorních i poloprovozních experimentů jednoznačně prokazují, že postup zpracování fugátu založený na nitrifikaci a následném tepelném zahuštění může vyřešit hlavní problémy spojené s nakládáním s fermentačním zbytkem. Ztráty dusíku při dlouhodobém skladování nitrifikovaného fugátu jsou na úrovni analytické chyby stanovení sloučenin dusíku ve vzorcích, přičemž ani po tepelném zahuštění nitrifikovaného fugátu nedochází k dramatickému nárůstu těchto ztrát. V podstatě všechny živiny obsažené v původním fugátu zůstávají v tepelně zahuštěném nitrifikovaném fugátu, přičemž destilát obsahuje množství sloučenin dusíku i organických látek přinejmenším srovnatelné s obsahem těchto látek v permeátu získaném v rámci pokročilých membránových postupů aplikovaných pro zpracování fugátu, resp. fermentačního zbytku. Význam může mít i samostatná aplikace dílčích procesů (samostatná nitrifikace či samostatné tepelné zahuštění fugátu). Podrobnější rozbor výsledků je k dispozici v práci Švehla a kol. (2021)<sup>1</sup>.

## Závěr

V případě snahy o řešení problémů spojených s vysokou produkcí fermentačního zbytku v objektech zemědělských bioplynových stanic neexistuje patrně žádné „jednoduché a levné“ řešení. Takovým řešením není ani technologie diskutovaná v rámci tohoto příspěvku. Na druhou stranu je zřejmé, že problémy plynoucí z velké produkce fermentačního zbytku je potřeba řešit. Postup zpracování fugátu spočívající v nitrifikaci a následném tepelném zahuštění se přes potenciální technické problémy a nemalou ekonomickou náročnost výstavby a provozu zařízení jeví jako perspektivní. □

## Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory NAZV, číslo projektu QK1710176.

## Použité zdroje:

[1] Švehla P. a kol. (2021): Vodní hospodářství 4/2021. 2-8.

# ODPADOVÉ FÓRUM

Odborný měsíčník pro průmyslovou  
a komunální ekologii  
Specialised monthly journal on industrial  
and municipal ecology

Ročník 22 | Číslo 7-8/2021

## VYDAVATEL

CEMC – České ekologické  
manažerské centrum, z.s.  
IČO: 45249741, [www.cemc.cz](http://www.cemc.cz)

## REDAKCE

28. pluku 25, 101 00 Praha 10  
e-mail: [forum@cemc.cz](mailto:forum@cemc.cz)  
[www.odpadoveforum.cz](http://www.odpadoveforum.cz)  
[www.facebook.com/odpadoveforum](http://www.facebook.com/odpadoveforum)

## Šéfredaktor

Ing. Jiří Študent, ml.  
tel.: (+420) 602 617 616

## Inzerce

tel.: (+420) 608 819 699  
e-mail: [inzerce@cemc.cz](mailto:inzerce@cemc.cz)

## Korektura

Bc. Lenka Čtvrtěcková

## Odborný poradce

Ing. Ondřej Procházka, CSc.

## Redakční rada

Ing. Michael Barchánek, Ing. Richard Blahut  
Ing. Petr Havelka, Ing. Marek Hrabčák  
Ing. Jiří Jungmann, Ing. Pavlína Kulhánková  
prof. Ing. Miroslav Kuraš, CSc.  
Ing. Lukáš Kůš, Ing. Jaromír Manhart  
Ing. Emil Polívka, Ing. Dagmar Sirotková  
doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.  
prof. Ing. Lubomír Šooš, Ing. Miloš Šťastný  
Ing. Petr Šulc, MUDr. Magdalena Zimová, CSc.  
prof. Ing. Jaroslav Hyžík, Ph.D.

## PŘEDPLATNÉ A EXPEDICE

SEND Předplatné spol. s r.o.  
e-mail: [of@send.cz](mailto:of@send.cz)  
Roční předplatné (11 čísel) 1 100 Kč  
Cena jednotlivého čísla 100 Kč

## Předplatné a distribuce v SR

Mediaprint-Kappa Pressegrosso, a. s.  
oddelenie innej formy predaja  
e-mail: [predplatne@abompkappa.sk](mailto:predplatne@abompkappa.sk)  
Roční předplatné (11 čísel) 52,25 €  
Cena jednotlivého čísla 4,75 €

## DTP

Radek Havlíček, [havlicek@axapa.eu](mailto:havlicek@axapa.eu)  
Illustrační foto: [icponline.it](http://icponline.it),  
Foto na titulní straně: Martin Bergsma,  
[Shutterstock.com](http://Shutterstock.com)

## TISK

Grafotechna Plus, s. r. o.  
e-mail: [severa@gtpplus.cz](mailto:severa@gtpplus.cz)

Za věcnou správnost příspěvků ručí autoři. Nevýžádané příspěvky se nevracejí. Jakékoli užití celku nebo části časopisu rozmnožováním je bez písemného souhlasu vydavatele zakázáno.

ISSN: 1212-7779 | MK ČR E 8344  
Rukopisy do sazby: 19. června 2021  
Vychází: 29. června 2021



**PŘEDCHÁZENÍ  
VZNIKU ODPADŮ**

**7. ROČNÍK NÁRODNÍ KONFERENCE**  
**9. 12. 2021, PRAHA**

[www.PredchazenioOdpadu.cz](http://www.PredchazenioOdpadu.cz)  
[www.facebook.com/odpadoveforum](http://www.facebook.com/odpadoveforum)

## PŘEDPLATNÉ

Objednávám roční předplatné měsíčníku  
**(11 čísel)** za cenu 1 100 Kč vč. DPH



### Adresa objednávatele:

Název organizace:.....

Jméno a příjmení: .....

Ulice, č.p.: .....

Obec: .....

PSČ: .....

IČ/DIČ: .....

### Vyplněnou objednávku odešlete na adresu:

SEND Předplatné spol. s r.o., Ve Žlibku 1800/77, hala A3, 193 00 Praha 9  
Tel.: (+420) 225 985 225, GSM: (+420) 777 333 370  
e-mail: [of@send.cz](mailto:of@send.cz), [www.send.cz](http://www.send.cz)