

Nitrifikace jako postup zpracování fugátu

Ověřená technologie

Ing. Pavel Švehla, Ph.D. – ČZU v Praze, KAVR

Ing. Pavel Míchal, Ph.D. – ČZU v Praze, KAVR

prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc., dr.h.c. – ČZU v Praze, KAVR

Ing. Tomáš Rosenberg, Ph.D. – ČZU v Praze, KAVR

Ing. Jan Procházka, Ph.D. – Agro Podlesí, a.s.

Miroslav Liberský – Agro Podlesí, a.s.

1. Úvod

Hlavní motivací pro výstavbu a provoz zemědělských bioplynových stanic (BPS) je využití biomasy jako obnovitelného zdroje pro výrobu elektrické energie z bioplynu vznikajícího anaerobním biologickým rozkladem produktů zemědělské činnosti, které jsou organické povahy. Vedle bioplynu je dalším produktem činnosti BPS vodní suspenze hmoty, která již prošla anaerobním rozkladným procesem. Jedná se o kapalný materiál se sušinou obvykle do 10 %, který bývá označován jako digestát, respektive fermentační zbytek. Fermentační zbytek je v objektech řady BPS provozovaných na území ČR separován na dvě fáze, pevný separát se sušinou cca 20 – 30 % a kapalnou frakci – tzv. fugát. Fugát obsahuje relativně velké množství živin. Koncentrace amoniakálního dusíku (N-amon) ve fugátu může dosahovat 5 – 15 % sušiny, respektive 1 až 6 g/l. Relativně vysoký je ve fugátu i obsah draslíku, hořčíku a vápníku i fosforu. Proto je současnou běžnou praxí nakládání s fugátem jeho aplikace na zemědělskou půdu.

N-amon se vyskytuje ve dvou disociačních formách, kterými jsou amonný kationt (NH_4^+) a nedisociovaný amoniak (NH_3). Distribuce těchto forem je dána fyzikálně-chemickými podmínkami, přičemž zásadní význam má v tomto ohledu zejména hodnota pH a teplota. Zastoupení nedisociovaného NH_3 ve fugátu činí cca 4 – 20 %. Těkavý NH_3 při skladování fugátu i přímo během jeho aplikace na půdu může unikat do ovzduší, což je nežádoucí jak z environmentálního, tak z ekonomického hlediska, neboť dochází ke ztrátě dusíku jako cenné živiny. Navíc, relativně malý podíl sušiny ve velkém objemu balastní vody výrazně navyšuje náklady na přepravu a následnou aplikaci, což je spojeno i se zvýšeným rizikem zhutnění půdy častým pojezdem aplikační techniky.

Jednou z možností zpracování fugátu, která může minimalizovat ztráty dusíku při skladování fugátu a při jeho aplikaci na půdu, je využití procesu nitrifikace. Nitrifikace je biologický proces probíhající přirozeně ve vodě i v jiných složkách životního prostředí, například v půdě. Je využívána také při biologickém čištění odpadních vod, přičemž je součástí procesů vedoucích k odstranění dusíkatého znečištění. Skládá se ze dvou kroků a podílejí se na ní dvě nezávislé skupiny nitrifikačních bakterií. N-amon je nejprve oxidován na dusitanový dusík (N-NO_2^-) činností nitrifikačních organismů (ammonium oxidizing bacteria - AOB) rodů *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* a dalších. Následně je N-NO_2^- převáděn na dusičnanový dusík (N-NO_3^-) v rámci činnosti nitrifikačních organismů (nitrite oxidizing bacteria - NOB) rodů *Nitrobacter*, *Nitrospira* a dalších.

Oxidovaný dusík ve formě N-NO_3^- či N-NO_2^- není na rozdíl od amoniaku těkavý a z tohoto hlediska je možno ho považovat za „stabilní“ formu bezpečnou z pohledu ztrát dusíku při skladování fugátu a jeho aplikaci na zemědělskou půdu. Z hlediska potenciálního provozu systému pro nitrifikaci fugátu za účelem minimalizace ztrát dusíku je zásadní také fakt, že v první (nitrifikační) fázi procesu nitrifikace je uvolňován iont H^+ . Tato skutečnost vede při nitrifikaci ve vodním prostředí obsahujícím extrémně vysoké koncentrace N-amon a při relativně nízké hodnotě kyselinové neutralizační kapacity (což jsou typické vlastnosti fugátu) k poklesu hodnoty pH. Díky tomu může nitrifikace snížit ztráty dusíku při manipulaci s fugátem i v případě, že zdaleka ne veškerý N-amon obsažený původně ve fugátu je převeden na oxidované formy. Pokles pH vyvolaný průběhem nitrifikačního procesu totiž vede k radikálnímu snížení zastoupení těkavého NH_3 , který přechází na netěkavý NH_4^+ .

Zpracování fugátu nitrifikací může být velice dobře využito také jako předstupeň pro jeho tepelné zahuštění realizované za účelem minimalizace nákladů při manipulaci s fugátem.

Abychom při tepelném zahušťování zamezili unikům amoniaku do destilátu, je nutné nejprve upravit hodnotu pH fugátu do mírně kyselé oblasti ($\leq 6,0$). Nejjednodušší metodou, jak tohoto cíle dosáhnout, je dávkování minerální kyseliny. Nevýhodou tohoto přístupu je vysoká spotřeba chemikálií a z ní plynoucí rostoucí provozní náklady. Problémem může být i okyselování půdy po dlouhodobé aplikaci takto upraveného fugátu. Nabízí se však možnost „stabilizace“ dusíku vedoucí k jeho udržení v tepelně zahuštěném produktu právě s využitím nitrifikace, která jednak převede N-amon, resp. jeho významnou část, na netěkavé oxidované formy dusíku a jednak vede k poklesu pH.

2. Protokol o ověření technologie

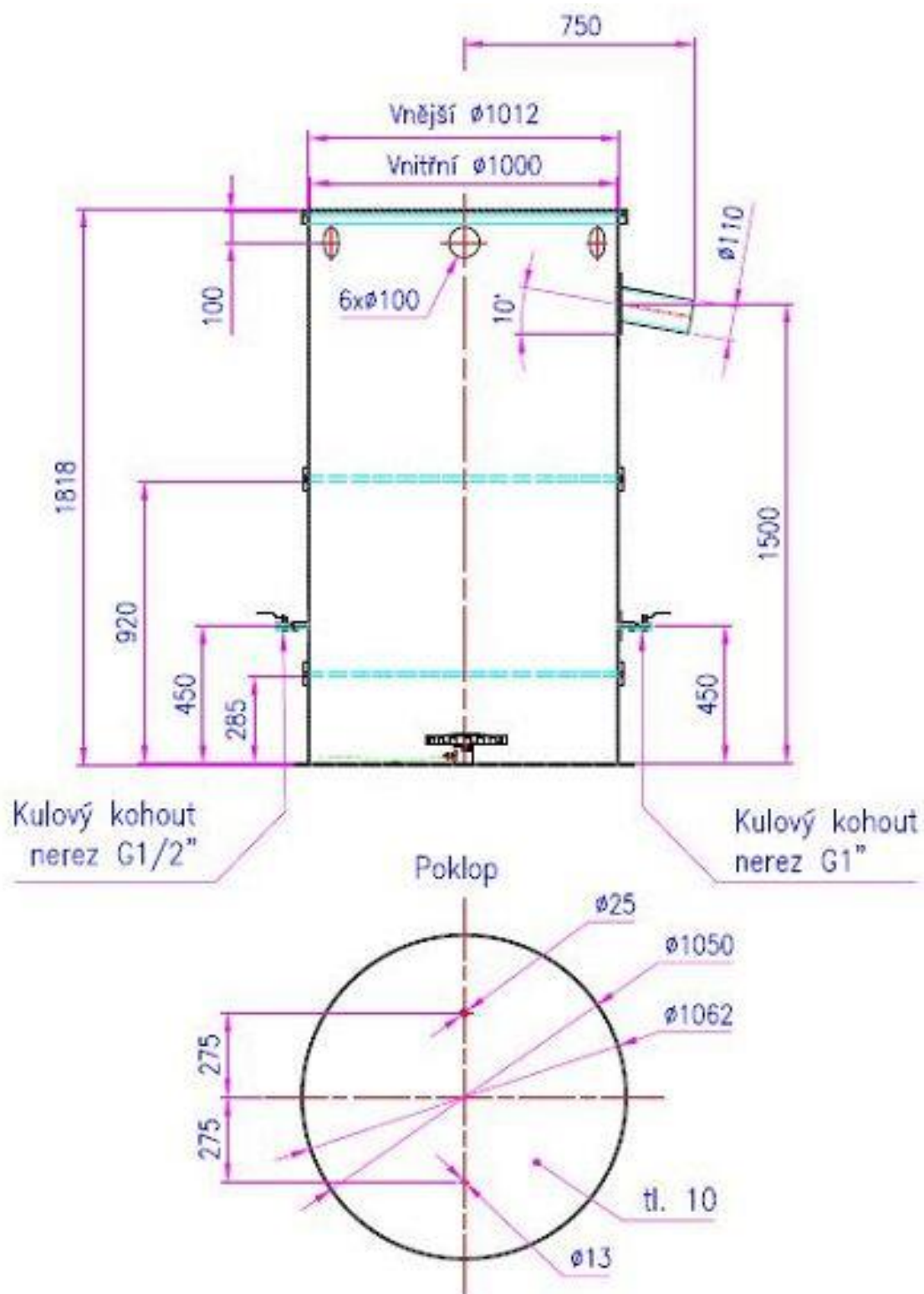
2. 1. Konstrukce zařízení sloužícího k realizaci ověřené technologie

Ověření funkce systému využívajícího nitrifikaci jako postup zpracování fugátu probíhalo v areálu bioplynové stanice v Červených Janovicích, která je provozována společností Agro Podlesí, a.s.. V objektu této bioplynové stanice byla instalována jednotka pro nitrifikaci fugátu, jejímž základem byl nitrifikační reaktor o pracovním objemu až 1 m³ (obrázek 1).



Obrázek 1: Fotografie poloprovozního nitrifikačního reaktoru pro zpracování fugátu (1 – zásobník vstupního fugátu; 2 – čerpadla pro transport fugátu a dalších tekutin; 3 – vlastní nitrifikační reaktor; 4 - membránové dmychadlo)

Podrobný náčrt nitrifikačního reaktoru využívaného při ověřování funkce technologie založené na nitrifikaci fugátu je k dispozici na obrázku 2.



Obrázek 2: Podrobný nákres nitrifikačního reaktoru využitého při ověřování funkce technologie založené na nitrifikaci fugátu

K inokulaci nitrifikačního reaktoru byl využit aktivovaný kal odebraný v regenerační zóně biologického stupně městské ČOV. Při zahájení provozu byl reaktor naplněn kalem do objemu 600 l. K postupnému nárůstu pracovního objemu na 1 000 l došlo v důsledku postupného přidávání zpracovávaného fugátu. Průtok fugátu byl v okamžiku zahájení experimentů nastaven na 50 l za den při zatížení reaktoru dusíkem cca 0,15 kg/(m³·d), hodnota pH byla s využitím měřicího a regulačního systému GRYF XBP (GRYF HB, spol. s r.o., ČR) a dávkování 40 % roztoku NaOH nastavena na 6,0 ± 0,1, koncentrace kyslíku přesahovala 2,5 mg/l. Reaktor byl provozován v režimu tzv. směšovací aktivace (CSTR – Completely Stirred Tank Reactor) bez recirkulace biomasy, tedy na principu chemostatu. Vzduch zajišťující aerobní podmínky v reaktoru byl do systému vháněn pomocí membránového dmychadla Secoh JDK-S-500 (Secoh, Japonsko). Fugát vstupující do poloprovozního reaktoru byl v pravidelných intervalech odebírán přímo ze separátoru fermentačního zbytku provozovaného v rámci bioplynové stanice a před vstupem do reaktoru byl uchováván v IBC nádrži o objemu 1 m³. Stejná nádrž byla použita i pro akumulaci fugátu zpracovaného v nitrifikačním reaktoru. K transportu tekutin v rámci zařízení byla využita peristaltická čerpadla (Kouřil, dávkovací čerpadla, ČR).

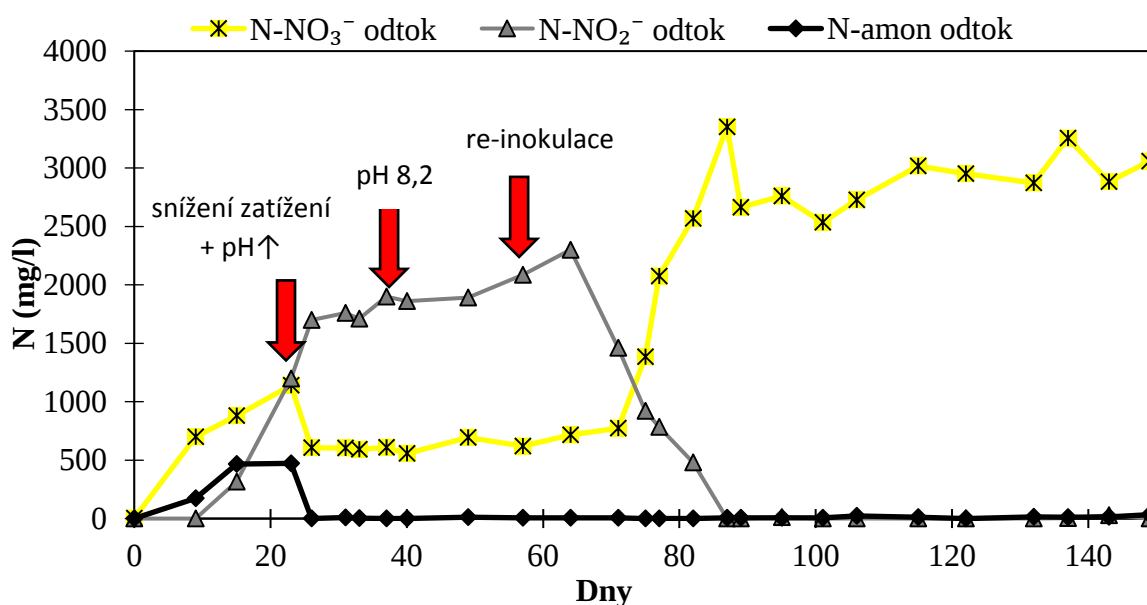
2. 2. *Výsledky ověřování funkce technologie*

Vývoj koncentrace základních forem dusíku v odtoku z nitrifikačního reaktoru zařízení pro nitrifikaci fugátu je zachycen na obrázku 3, koncentrace volného amoniaku (Free Ammonia – FA) a volné kyseliny dusité (Free Nitrous Acid – FNA), které mohou nitrifikační proces inhibovat, je zaznamenána na obrázku 4. Od zahájení provozu docházelo k postupnému nárůstu koncentrace N-NO₃⁻ jakožto preferovaného finálního produktu nitrifikace. Současně ale rostla v odtoku i koncentrace N-amon. Ta dosahovala po devíti dnech 170 mg/l při koncentraci FA 0,27 mg/l, po 15ti dnech dokonce 470 mg/l (koncentrace FA činila 1,52 mg/l). Koncentrace N-NO₂⁻ dosahovala 9. dne 13 mg/l při koncentraci FNA 0,05 mg/l. Poté začala koncentrace N-NO₂⁻ významně narůstat, přičemž 15. dne dosáhla již 320 mg/l při koncentraci FNA 0,59 mg/l. 23. den stoupla koncentrace N-NO₂⁻ dokonce na 1200 mg/l při koncentraci FNA 4,32 mg/l. V této fázi začala v odtoku z reaktoru v důsledku hromadění dusitanů dokonce klesat koncentrace N-NO₃⁻.

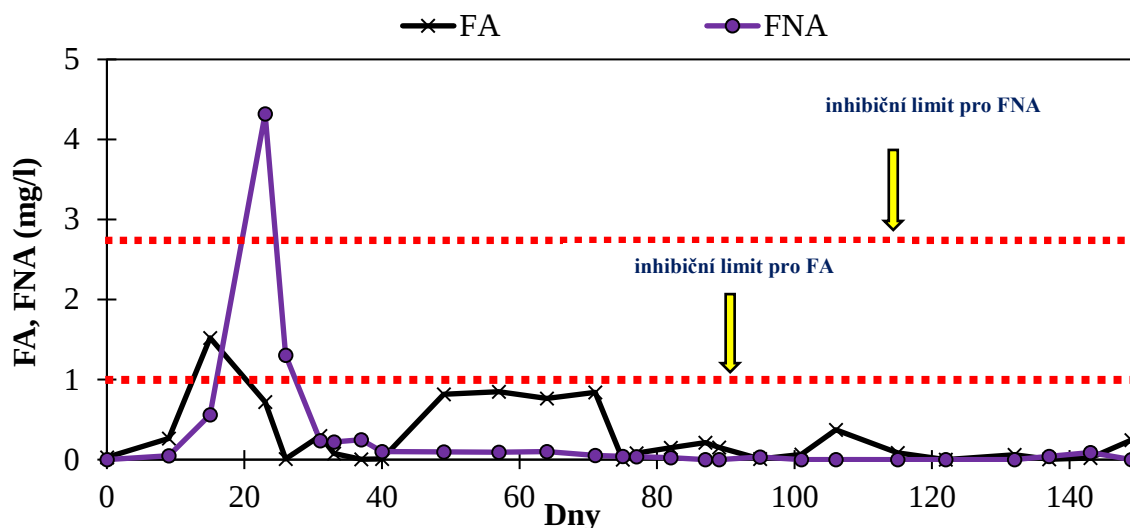
Hromadění N-amon v reaktoru v prvních dnech jeho provozu naznačuje, že AOB nebyly schopny beze zbytku odstraňovat ze systému svůj substrát. To mohlo být v daných podmínkách způsobeno tím, že zatížení reaktoru dusíkem (0,15 kg/(m³·d)) bylo příliš vysoké. Důvodem ale mohla být i skutečnost, že hodnota pH dosahující v prvních dnech při nastavené hodnotě 6,0 ± 0,1 reálně 6,3 – 6,6 byla pro neadaptované mikroorganismy AOB příliš nízká. V každém případě hromadění N-amon v reaktoru způsobilo i při relativně nízké hodnotě pH nárůst koncentrace FA (obrázek 4), který patrně snížil aktivitu NOB. To bylo zřejmě ve spojitosti s poměrně vysokým zatížením reaktoru dusíkem prvotním důvodem hromadění N-NO₂⁻ od 15. dne. Nárůst koncentrace N-NO₂⁻ pak inhibiční tlak vůči NOB dramaticky zvýšil, neboť došlo k nárůstu toxicky působící FNA. Tento sled událostí vyvolal v podstatě úplné zastavení aktivity NOB.

23. den se přikročilo ke snížení průtoku fugátu na ¼ a tím i k adekvátnímu snížení zatížení reaktoru z původní hodnoty dosahující při zahájení experimentu cca 0,15 kg/(m³·d) na cca 0,04 kg/(m³·d). Až do 185. dne provozu zatížení reaktoru dusíkem nepřesahovalo 0,08 kg/(m³·d). Zároveň byla nastavená hodnota pH 23. den změněna z 6,0 ± 0,1 na 7,0 ± 0,1 za účelem přiblížit se optimálním podmínkám pro AOB a NOB a za účelem snížení inhibičního

vlivu FNA. Následkem tohoto zásahu došlo k minimalizaci koncentrace N-amon v reaktoru. Ta již v dalším období nepřesahovala 10 mg/l. Aktivita AOB byla tedy za daných podmínek dostatečná pro zpracování prakticky veškerého N-amon a inhibiční vliv FA byl tedy prakticky potlačen. Ke zvýšení jejího významu došlo v souvislosti s nárůstem hodnoty pH mezi dny 49 a 71. Aktivita NOB byla v každém případě stále prakticky nulová, koncentrace N-NO₂⁻ neklesala, naopak mírně rostla. Maxima (2 300 mg/l) dosáhla 64. den experimentu. Za účelem dalšího snížení vlivu FNA byla požadovaná hodnota pH dále zvyšována, přičemž 37. den byla nastavena na 8,2. Přestože koncentrace FA ani FNA v této fázi provozu reaktoru nepřesahovaly dramaticky inhibiční hodnoty (obrázek 4), aktivita NOB nebyla obnovena. Proto byl 57. dne provozu reaktor re-inokulován 50 l aktivovaného kalu z regenerační zóny odebraného v objektu stejné městské ČOV jako tomu bylo v okamžiku zahájení provozu zařízení. Tento zásah nevedl k okamžité změně v zastoupení jednotlivých forem dusíku, koncentrace N-NO₂⁻ byla 64. den dokonce nejvyšší za celou dobu experimentu (viz výše). Nicméně, byl patrně hlavním důvodem pozvolného poklesu koncentrace N-NO₂⁻ pozorovaného od 71. dne. Od 82. dne provozu reaktoru již byla koncentrace N-NO₂⁻ prakticky nulová. Pokles koncentrace N-NO₂⁻ umožnil v období mezi 77. a 89. dnem postupné snížení nastavené hodnoty pH z 8,2 až na hodnotu 7,0.



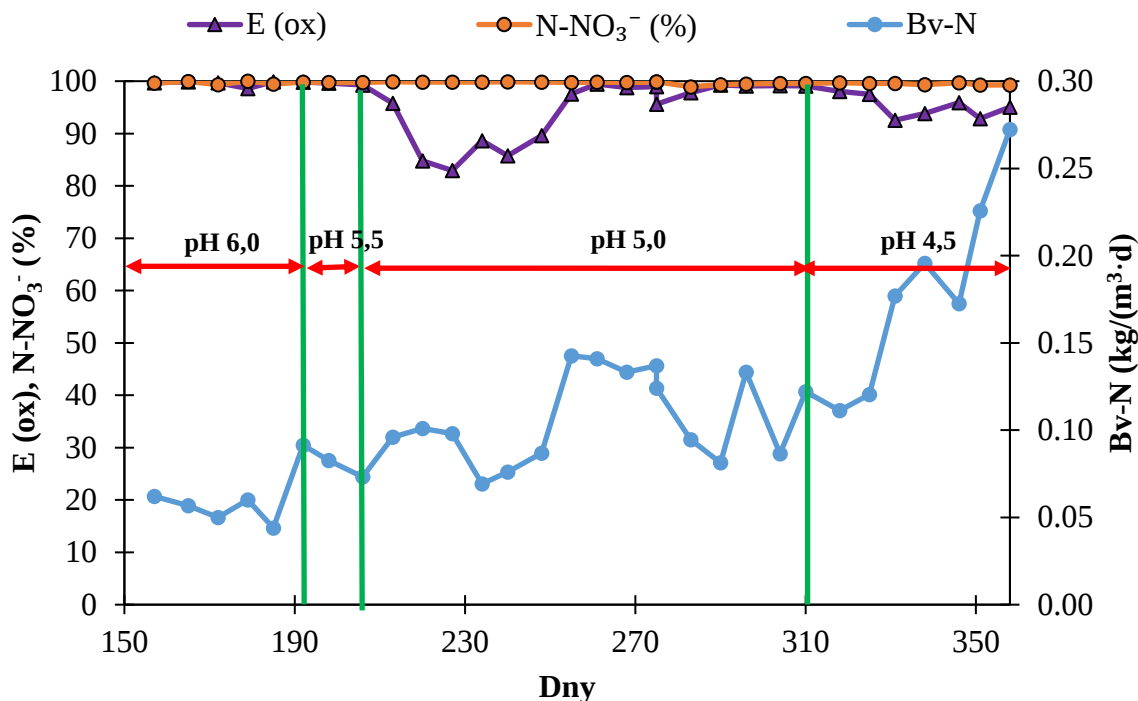
Obrázek 3: Vývoj koncentrace jednotlivých forem dusíku v nitrifikačním reaktoru po zahájení jeho provozu



Obrázek 4: Koncentrace toxických forem dusíku v nitrifikačním reaktoru ve srovnání s inhibičními limity

Provoz poloprovozního reaktoru po 87. dnu dokazuje, že nitrifikační proces v prostředí fugátu může být za předpokladu minimalizace inhibičního působení FA a FNA velice stabilní s N-NO_3^- jako dominantní formou dusíku v odtoku. Jakmile došlo k vymizení N-NO_2^- z odtoku z reaktoru (87. den provozu), bylo možno snížit nastavenou hodnotu pH (82. den na 7,8; 87. den na 7,0; 132. den na 6,5). Přes tyto změny již nedošlo v dalším období provozu reaktoru k akumulaci N-NO_2^- ani N-amon v odtoku. Do 206. dne provozu systému nepoklesla účinnost převedení N-amon na oxidované formy dusíku pod 98,5 % při zastoupení N-NO_3^- mezi produkty nitrifikace přesahujícím 99,3 %.

V následující fázi provozu poloprovozního zařízení bylo cílem snížit nastavenou provozní hodnotu pH až na 4,5. Tento pokles byl realizován postupně v jednotlivých krocích, při kterých byla nastavena hodnota 6,0; 5,5; 5,0 a 4,5 (obrázek 5). Současně docházelo postupně k nárůstu zatížení reaktoru dusíkem až na $0,27 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$. Z obrázku 5 je zřejmé, že bezprostředně po změnách v pH, resp. v zatížení reaktoru, docházelo přechodně k akumulaci N-amon v odtoku a tím i k poklesu účinnosti převedení N-amon na oxidované formy až na cca 83 %. Nicméně, zastoupení N-NO_3^- nikdy nepokleslo pod 98,9 %.



Obrázek 5: Vývoj zatížení reaktoru dusíkem (Bv-N), účinnosti převedení N-amon na oxidované formy (E (ox)) a zastoupení N-NO_3^- mezi konečnými produkty nitrifikace (N-NO_3^- (%)) po stabilizaci procesu

2. 3. Závěry a doporučení vyplývající z ověřování funkce technologie

Ověřování řešené technologie vedlo ke zjištění, že systém využívající proces biochemické nitrifikace jakožto postup zpracování funguje spolehlivě a je tedy možno doporučit realizaci metody v praxi za účelem racionalizace využití cenných látek obsažených ve fugátu produkovaném v rámci provozu zemědělských bioplynových stanic. Metoda může být aplikována samostatně s tím, že hlavním benefitem je minimalizace ztrát dusíku při manipulaci s fugátem. V případě kombinace nitrifikace fugátu s následným tepelným zahuštěním nitrifikovaného fugátu je možno snížit významným způsobem objem fugátu, a tím snížit náklady na jeho uskladňování, transport i aplikaci na půdu.

Při zapracování nitrifikačního reaktoru zpracovávajícího fugát je zapotřebí vyvarovat se, byť i jen přechodného, nahromadění FA a zejména FNA v systému. K tomu může v závislosti na aktuální hodnotě pH a na teplotě vést zejména přetížení systému, při kterém nejsou dostatečně rychle odstraňovány substráty pro AOB a NOB, tedy N-amon, resp. N-NO_2^- . K hromadění N-amon či N-NO_2^- v reaktoru mohou vést i různé další vlivy inhibující aktivitu AOB, resp. NOB (nedostatečný přísun kyslíku, extrémní hodnoty pH, přítomnost toxických látek atd.). V každém případě se jeví jako nezbytné při zapracování nitrifikačního reaktoru pro zpracování fugátu sledovat ve velice krátkých intervalech aktuální koncentrace N-amon a N-NO_2^- a při jejich nárůstu do řádu desítek mg/l ihned činit opatření spočívající v regulaci zatížení reaktoru dusíkem a dalších parametrů procesu (zejména provozní hodnota pH, koncentrace rozpuštěného kyslíku v reaktoru, popřípadě teplota).

Je zřejmé, že provoz systému pro nitrifikaci fugátu vyžaduje racionální přístup k řízení v něm probíhajícího biologického procesu a dostatek znalostí o požadavcích zainteresovaných

mikroorganismů na podmínky prostředí. Z provedeného ověřování funkce technologie jednoznačně vyplývá, že regulace pH v nitrifikačním reaktoru umožňuje stabilní průběh procesu, přičemž může vést k optimalizaci účinnosti převedení N-amon na oxidované formy i k maximalizaci zastoupení N-NO_3^- mezi konečnými produkty nitrifikace. Bylo prokázáno, že přestože je biomasa aktivovaného kalu použitá při zahájení procesu k inokulaci systému velice náchylná ke skokovým změnám pH, přičemž rizikové jsou náhlé poklesy pH i jeho prudké nárůsty, v případě, kdy je hodnota pH upravována pozvolna a řízeně, je možno vyselektovat odolnou kulturu schopnou vykazovat vysokou aktivitu AOB i NOB i při hodnotách pH dosahujících cca 4,5. Bylo zjištěno, že i v extrémních podmínkách panujících ve fugátu je možno nitrifikačním procesem dosáhnout velice vysoké rychlosti transformace N-amon na oxidované formy dusíku dosahující až cca $0,27 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, přičemž se doporučuje v rámci navazujících experimentů ověřit možnost předúpravy fugátu takovým způsobem, aby bylo možno výkonnost systému ještě zvýšit.

3. Ekonomické aspekty potenciální instalace ověřované technologie

Hlavním ekonomickým přínosem provozu systému pro nitrifikaci fugátu bude úspora financí potřebných pro dodávku dusíkatých hnojiv pro výživu rostlin. Pokud budeme uvažovat například hypotetickou BPS o instalovaném elektrickém výkonu 0,5 MW a denní produkci fugátu 20 m^3 , dojdeme k tomu, že při koncentraci N-amon 1 g/l (minimální hodnota v praxi) je v denní produkci fugátu obsaženo 20 kg N . Za předpokladu, že při skladování a aplikaci surového fugátu dojde ke ztrátě $60 \% \text{ N}$, kdežto při skladování a aplikaci nitrifikovaného fugátu ke ztrátě pouze 5% , dojdeme k tomu, že denně lze aplikaci navrhované technologie uspořit cca 11 kg N , tedy cca $4\,015 \text{ kg}$ za rok. Při předpokládané ceně dusíkatého hnojiva cca 30 Kč/kg N to znamená denní úsporu 330 Kč , resp. roční úsporu $120\,450 \text{ Kč}$. Pokud pak budeme uvažovat stejnou BPS ($0,5 \text{ MW}$ a denní produkci fugátu 20 m^3) při koncentraci N-amon ve fugátu 5 g/l (což je hodnota přibližující se hodnotě maxima dosažitelného v praxi), budou pak úspory logicky pětinasobné, tedy $1\,650 \text{ Kč}$ denně, resp. $602\,250 \text{ Kč}$ ročně. Jak již bylo naznačeno výše, k dalším úsporám může vést aplikace nitrifikace fugátu v případě její kombinace s následným tepelným zahuštěním fugátu v souvislosti se snížením nákladů na dopravu a aplikaci fugátu a s možností úspor nákladů na užitkovou vodu. V budoucnu lze navíc předpokládat zpřísnění legislativy v oblasti emisí amoniaku do ovzduší při provozu BPS a souvisejících aktivitách. Při nedodržení nastavených pravidel, resp. nastavených emisních limitů, pak patrně budou hrozit finanční sankce. Z hlediska emisí NH_3 pak navrhovaný postup nabízí řešení, jak těmto sankcím zabránit. I tato skutečnost by pak zlepšila ekonomickou bilanci instalace a provozu daného zařízení. Také růst cen ropy by vedl k růstu cen minerálních dusíkatých hnojiv a tím i k růstu úspor při aplikaci upraveného fugátu.

Investiční i provozní náklady související s instalací a provozem zařízení pro nitrifikaci fugátu za účelem minimalizace ztrát dusíku, resp. za účelem jeho využití jako předstupeň pro tepelné zahušťování nitrifikovaného fugátu, je zapotřebí vyhodnocovat s využitím znalosti místních podmínek panujících v objektu dané konkrétní BPS. Pro objektivní vyhodnocení nákladů na instalaci a provoz zařízení pro nitrifikaci fugátu se jeví jako nezbytné realizovat nejprve laboratorní či (pokud možno) poloprovozní zkoušky simulující věrně místní podmínky.

Orientační investiční náklady za předpokladu, že hodláme zpracovávat veškerou produkci fugátu z BPS o instalovaném elektrickém výkonu $0,5 \text{ MW}$ a denní produkci fugátu 20 m^3 při průměrné koncentraci N-amon ve fugátu $3,0 \text{ g/l}$ jsou shrnuty v tabulce 1. Údaje v této tabulce

vychází z předpokladu, že celkový objem nitrifikačního reaktoru bude činit 120 m³, hydraulická doba zdržení fugátu v reaktoru bude 6 dnů a cílové zatížení nitrifikačního reaktoru dusíkem bude dosahovat 0,5 kg/(m³·d).

	Minimální náklady (Kč)	Maximální náklady (Kč)
Výstavba/úprava nádrže	300 000	1 200 000
Čerpadla fugátu + příslušenství	1 100 000	1 400 000
Dmychadla	3 000 000	7 200 000
Distribuce vzduchu	350 000	350 000
Aerační elementy	300 000	300 000
Budova pro dmychadla	-	4 000 000
Měřicí a regulační systém	1 000 000	1 000 000
Neutralizační stanice	250 000	250 000
Rozvod tepla	-	1 000 000
Nosič biomasy	-	450 000
Celkem	6 300 000	17 150 000

Tabulka 1: Odhad minimálních a maximálních investičních nákladů na výstavbu reaktoru pro zpracování veškeré produkce fugátu v rámci modelové BPS

Provozní náklady budou velice variabilní a závislé na místních podmínkách, zejména na fyzikálně-chemických vlastnostech zpracovávaného fugátu. Mohou být spojeny s případným dávkováním vápna či jiného činidla pro regulaci pH v reaktoru a odpěňovače pro minimalizaci vzniku pěny v nitrifikačním reaktoru. Spotřeba NaOH může činit od cca 3 kg až do cca 30 kg na 1 m³ fugátu zpracovaného v nitrifikačním reaktoru. Při provozu nitrifikačního reaktoru pro popsanou modelovou BPS je možno počítat s denními náklady na alkalizační činidlo a na odpěňovač v rozmezí cca 268 – 3 674 Kč. Optimalizace provozu nitrifikačního reaktoru však může vést k minimalizaci těchto nákladů, přičemž za určitých podmínek nelze dokonce vyloučit možnost, že se obejdeme kompletně bez dávkování zásady i odpěňovače. Další provozní náklady budou spojeny s nutností dodávky elektrické energie pro aeraci nitrifikačního reaktoru a případně také tepelné energie pro vyhřívání tohoto reaktoru. Zde je ale potřeba zdůraznit, že elektrická i tepelná energie je produkována přímo v objektu BPS, přičemž u tepelné energie se počítá s tím, že je volně k dispozici, neboť pro ni aktuálně není jiné využití. Dle dostupných materiálů je možno odhadnout stálou spotřebu elektrické energie (spojené zejména s provozem dmychadel) na cca 33 – 100 kW.

4. Uplatnění ověřované technologie

Tato ověřená technologie je zaměřena na zapracování a dlouhodobý provoz systému pro nitrifikaci fugátu. Primárně je určena provozovatelům zemědělských či jiných BPS, může být využita společnostmi zabývajícími se konstrukcí a dodávkou technologických celků pro zemědělské bioplynové stanice. Vzhledem k povaze procesů probíhajících v nitrifikačním reaktoru zpracovávajícím fugát lze předpokládat i zájem subjektů orientovaných primárně na distribuci systémů pro čištění odpadních vod. Informace prezentované v rámci tohoto textu mohou být cenné i pro zemědělskou praxi, neboť přinášejí potenciální řešení pro minimalizaci ztrát dusíku v případě využívání fugátu, resp. fermentačního zbytku, jakožto zdroje dusíku pro výživu rostlin a pro minimalizaci negativních vlivů nakládání s fugátem na stav životního prostředí. V neposlední řadě může být tato ověřená technologie zdrojem informací pro

výzkumné pracovníky a studenty vysokých škol zaměřené na oblasti provozu BPS, výživy rostlin a čištění specifických typů odpadních vod, pro které může být mimo jiné i zajímavou inspirací pro navazující výzkumné aktivity.

Zájem konkrétní společnosti o předmětnou ověřenou technologii je doložen v příloze k ověřené technologii, v rámci které je presentována smlouva o uplatnění této ověřené technologie jakožto výsledku výzkumné činnosti. Smlouva byla uzavřena mezi Českou zemědělskou univerzitou v Praze a BIOPLYN CS s.r.o..

Poděkování

Ověřená technologie nazvaná „Nitrifikace jako postup zpracování fugátu“ byla dosažena v průběhu řešení projektu nazvaného „Dvoustupňová úprava kapalné frakce fermentačního zbytku umožňující racionální využití živin a vody“ řešeného pod číslem QK1710176 v rámci NAZV MZe. Autoři tohoto textu děkují poskytovateli dotace za finanční podporu výzkumu.

Příloha – smlouva o uplatnění ověřené technologie