HODNOCENÍ ÚČINNOSTI INTENZIFIKACE PRODUKCE BIOPLYNU Z ODPADNÍHO KALU

ROBIN KYCLT, VÍT MATĚJŮ, SIMONA VOSÁHLOVÁ, SANDRA PŠENIČKOVÁ

ABITEC, S.R.O., INFO@ABITEC.CZ , LABORATOR@ABITEC.CZ

RADIOVÁ 7, 102 31 PRAHA 10

HODNOCENÍ PRODUKCE BIOPLYNU

- Posouzení anaerobního mikrobiálního rozkladu organických látek v bioplynové stanici, za vzniku CH_4 a CO_2 .V ideálním případě dosahuje suma CH_4 a CO_2 hodnoty velmi blízké 100 % obj., vždy s výraznou převahou obsahu methanu.
- Vyhláška č. 273/2021 Sb. - hodnocení stability digestátu.
- Kaly z ČOV tvoří 1 % až 2 % objemu čištěných vod, ale je v nich obsaženo 50 % až 80 % znečištění přiváděného v odpadní vodě. Zpracování kalů představuje okolo 50 % provozních nákladů, a to v závislosti na technologii čištění odpadních vod a stabilizace kalů.
  HARTIG K. [2017]: Problematika kalového hospodářství. Vodní hospodářství 2/2017, str. 10-14

ZPRACOVÁNÍ KALŮ

- Anaerobní stabilizace - nejrozšířenější, dochází k přeměně většiny rozložitelných organických látek na bioplyn. Cílem je omezení jejich zápachu, biologické rozložitelnosti a mikrobiálního oživení.
- Mezofilní anaerobní stabilizace je proces stabilizace kalů obvykle při teplotě 35 °C.

INTENZIFIKACE PRODUKCE BIOPLYNU

Cíl:

- co nejvyšší produkce bioplynu při minimalizaci reakčních objemů;
- co nejmenší množství vznikajícího digestátu;
- minimalizace energetických ztrát v procesu.

Provedení:

- předúprava vstupní suroviny - zpřístupnění složek materiálu enzymovému rozkladu;
- použití enzymů – zejména celulasy;
- použití mikroorganismů – s celulasovou aktivitou;
- přídavek mikronutrientů – např. Co, Ni, Mo;
- použití kosubstrátů.

METODA STANOVENÍ PRODUKCE BIOPLYNU

Metodika testu zbytkové produkce bioplynu z digestátu, Věstník MŽP, částka 3, březen 2009.

- Vychází z normy ČSN EN ISO 11734.
- Stanovení a zhodnocení míry anaerobního rozkladu zbytkových organických látek v neupravovaném a neředěném vzorku digestátů z anaerobních fermentorů a uskladňovacích nádrží bioplynových stanic za přesně definovaných podmínek tlaku, teploty a provedení anaerobní kultivace.
- Produkce bioplynu může být měřena objemově plynovou byretou s uzavírací kapalinou nebo kalibrovaným tlakovým senzorem.

NEJISTOTA MĚŘENÍ BIOLOGICKÝCH ZKOUŠEK

Rozdíl mezi zkouškou podle metodiky ve Věstníku MŽP a ČSN EN ISO 11734:

- pracuje s neupraveným a neředěným vzorkem digestátu;
- nepracuje se s minerálním médiem;
- do výpočtu je zahrnuta pouze produkce plynu do plynné fáze, nebere se v úvahu anorganický uhlík rozpuštěný v kapalné fázi, kdy se značná část oxidu uhličitého rozpouští ve vodě.

SYSTÉM OXITOP® CONTROL (WTW, NĚMECKO)

- Měření změn tlaku ve srovnání s počátečním nulovým stavem.
- Anaerobní degradaci doprovází tvorba plynů (CH_4 a CO_2), která má za následek vzrůst tlaku v uzavřené plynotěsné nádobě.
- Po nadávkování vytěsňovací kyseliny se vypudí CO_2 z kapaliny, tlak stoupne.
- Nadávkováním absorbéru produkovaného CO_2 dojde k poklesu tlaku.
- Zbývající tlak odpovídá produkci CH_4.
- Tyto tlakové změny jsou detekovány a uloženy v měřící hlavici OxiTop®-C po celou dobu odstartovaného měření.

SYSTÉM OXITOP® CONTROL (WTW, NĚMECKO)

řídicí jednotka OxiTop®
OC 110

měřicí hlavice OxiTop®-C

skleněné vzorkové lahve se dvěma tubusy *MF 45/500* (asi 610 ml) *nebo* *MF 45/1000* (asi 1140 ml)

ODBĚR VZORKU A PODMÍNKY ZKOUŠKY

Odběr vzorku

- Maximální doba od odběru vzorku do zpracování je 36 hodin.
- Teplota při přepravě 10 °C až 20 °C (při nižší teplotě dochází k inhibici hlavně methanogenních bakterií).

Podmínky zkoušky

- 35 °C ± 2 °C
- 20 dní
- Úprava pH na 7,0 ± 0,2 ?
- Probublání dusíkem při startu – kontrola anaerobie Anaerotestem® (Merck).

PRŮBĚH ZKOUŠKY

- Při použití systému OxiTop® Control jsou změny tlaku zaznamenávány cca každých 80 min, navíc lze zaznamenávat momentální hodnoty tlaku.
- Po 20 dnech se do kapalného vzorku nadávkuje 1 ml HCl (19 %) injekční stříkačkou s jehlou, kterou se propíchne septum postranního tubusu (uvolnění CO_2 z kapaliny) - pouze u kapalných vzorků a pouze v případě, že má být do celkové produkce bioplynu zahrnuto množství CO_2 sorbovaného v kapalné fázi.
- Ponechá se 4 h při 35 °C ± 2 °C, zaznamená se tlak v lahvi před nadávkováním kyseliny a po 4 h.
- 1 ml 30 % NaOH injekční stříkačkou do tubusu.
- Ponechá se 18 h až 24 h při 35 °C ± 2 °C (absorbce CO_2 z plynné fáze), zaznamená se tlak v lahvi před nadávkováním NaOH a po 18 h až 24 h.

POROVNÁNÍ SYSTÉMU OXITOP® CONTROL A PLYNOVÝCH BYRET

- Lahve o objemu 500 ml s gumovou zátkou a šroubovým uzávěrem s otvorem.
- Byrety s uzavírací kapalinou (nasycený roztokem NaCl okyselený HCl na pH 4,2.)
- Plynový prostor byl před zahájením zkoušky proplachován plynným dusíkem 3 minuty a poté uzavřen gumovou zátkou a uzávěrem.
- Temperace 1 h na 35 °C ± 2 °C.
- Uvolnění tlaku uvnitř baňky a vyrovnání s vnějším atmosférickým tlakem.
- Odečet tvorby bioplynu 1krát až 2krát denně.
- Doba 20 dní.

POROVNÁNÍ SYSTÉMU OXITOP® CONTROL A PLYNOVÝCH BYRET

Vzorek	Systém měření	OxiTop® Control		Byrety	
	Paralela	1	2	1	2
1	Zbytková produkce bioplynu [$l.kg_{suš}^{-1}$]	31,5	30,3	29,4	25,7
	Zbytková produkce bioplynu průměr [$l.kg_{suš}^{-1}$]	30,9		27,6	
	Variační koeficient [%]	2,7		9,5	
2	Zbytková produkce bioplynu [$l.kg_{suš}^{-1}$]	68,0	66,1	67,2	65,3
	Zbytková produkce bioplynu průměr [$l.kg_{suš}^{-1}$]	67,1		66,3	
	Variační koeficient [%]	2,0		2,0	

POSOUZENÍ TECHNOLOGIE S POUŽITÍM ENZYMŮ

- Směs několika enzymů (laktasa, celulasa, amylasa, lipasa, pektinasa).
- Dávkování enzymů1 % až 3 % na sušinu kalu (neupravený, zahuštěný, odstředěný).

Očekávané parametry intenzifikace aplikací směsi enzymů:

- Zvýšení produkce bioplynu ze substrátu o 20 % až 40 %.
- Snížení hydraulické doby zdržení v anaerobním bioreaktoru o 10 až 20 dní ze 40 dní.
- Zvýšení koncentrace methanu v bioplynu alespoň o 20 %obj.
- Pokles zbytkové koncentrace organické hmoty alespoň o 30 %.
- Pokles množství sušiny v digestátu alespoň o 30 %.
- Pokles zbytkové produkce bioplynu o 10 % až 20 %.
- Přídavek přípravku neovlivňuje ekotoxicitu digestátu.

POSOUZENÍ TECHNOLOGIE S POUŽITÍM ENZYMŮ SYSTÉMEM OXITOP® CONTROL

- Dávkování enzymů 2 %, doba 40 d, teplota 35 °C ± 2 °C, 2 paralely

Vzorek	Ukazatel	Původní vzorek	Vzorek + enzym
Vratný kal	Sušina vzorku při zahájení zkoušky [%]	4,3	4,3
	Sušina vzorku na konci zkoušky [%]	3,2	3,6
	Ztráta žíháním vzorku při zahájení zkoušky [%]	72,0	71,4
	Ztráta žíháním vzorku na konci zkoušky [%]	62,9	66,3
	pH vzorku při zahájení zkoušky	6,8	6,8
	pH vzorku na konci zkoušky	7,4	7,3
	Celková produkce bioplynu [$l.kg_{suš}^{-1}$]	**136,2**	**155,9**
	Množství CH_4 [$l.kg_{suš}^{-1}$]	**96,8**	**119,6**
	Podíl CH_4 na celkové produkci bioplynu [%]	71,1	76,5

POSOUZENÍ TECHNOLOGIE S POUŽITÍM ENZYMŮ SYSTÉMEM OXITOP CONTROL

- Dávkování enzymů 2 %, doba 40 d, teplota 35 °C ± 2 °C, 2 paralely

Vzorek	Ukazatel	Původní vzorek	Vzorek + enzym
Zahuštěný kal + odstředěný kal	Sušina vzorku při zahájení zkoušky [%]	13,3	13,4
	Sušina vzorku na konci zkoušky [%]	12,1	12,2
	Ztráta žíháním vzorku při zahájení zkoušky [%]	52,1	52,0
	Ztráta žíháním vzorku na konci zkoušky [%]	46,2	46,3
	pH vzorku při zahájení zkoušky	7,2	7,2
	pH vzorku na konci zkoušky	8,1	8,0
	Celková produkce bioplynu [$l.kg_{suš}^{-1}$]	**58,1**	**72,0**
	Množství CH_4 [$l.kg_{suš}^{-1}$]	**47,1**	**58,0**
	Podíl CH_4 na celkové produkci bioplynu [%]	81,1	80,6

VYHODNOCENÍ OVĚŘENÍ TECHNOLOGIE

- Přídavek enzymového přípravku k vratnému kalu zvýšil celkovou produkci bioplynu o 14,4 % a produkci methanu o 23,6 %. Přídavek enzymového přípravku ve srovnání s procesem bez přípravku neovlivnil pH, nepotvrdil se pokles organické hmoty ani sušiny v digestátu. Prodloužení zkoušky na 40 dní mělo velký vliv na celkovou produkci bioplynu.
- Přídavek enzymového přípravku k zahuštěnému kalu zvýšil celkovou produkci bioplynu o 23,9 % a produkci methanu o 23,1 %. Přídavek enzymového přípravku ve srovnání s procesem bez přípravku neovlivnil pH, opět se nepotvrdil pokles organické hmoty ani sušiny v digestátu.

ZÁVĚR

- Systém OxiTop® Control (WTW, Německo) se prokázal jako vhodné vybavení pro hodnocení produkce bioplynu za anaerobních podmínek.
- Po celou dobu měření lze udržet anaerobní podmínky.
- Průměrný variační koeficient paralelních stanovení byl po zpracování 22 vzorků 6,9 %.
- Při zavádění nové technologie nebo při její intenzifikaci doporučujeme laboratorní potvrzení očekávaných přínosů.

DĚKUJI ZA POZORNOST

ABITEC

www.abitec.cz