

MOŽNOSTI UPORABE KISLE SIROTKE V PROIZVODNJI BIOPLINA V KOMBINACIJI Z ODPADNIM BIOLOŠKIM BLATOM

Lijana Fanedl¹, Blaž Petek¹, Romana Marinšek Logar¹

¹Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za mikrobiologijo, Groblje 3, 1230 Domžale

lijana.fanedl@bf.uni-lj.si

UVOD

Sirotko je tekoč stranski produkt mlekarstva, ki nastaja pri predelavi mleka v sir in druge fermentirane mlečne izdelke. Uporaba neobdelane kisle sirotke ni zelo razširjena, največ se je porabi za krmljenje živali in v živilski industriji. Večina kisle sirotke tako še vedno konča v odpadnih vodah, kjer zaradi visoke vsebnosti organske snovi predstavlja veliko obremenitev. V že obstoječih bioplinskih napravah lahko v procesu anaerobne presnove sirotka predstavlja dodatni substrat, pri čemer vpliv njene nizke alkalinitete in pH na anaerobni proces ni podrobno raziskan.

Namen raziskave je bil izmeriti biometanski potencial (BMP) kisle sirotke v kombinaciji z mešanico biološkega blata iz primarnega in sekundarnega usedalnika Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik d.o.o. (CČNDK) pri mezofilnih pogojih (39 °C), ugotoviti največjo količino dodane kisle sirotke v pilotni bioplinski digester, ki še omogoča nemoteno delovanje procesa in z metodo TRFLP ugotoviti, ali dodana sirotka vpliva na spremembe v sestavi mikrobnih združb.

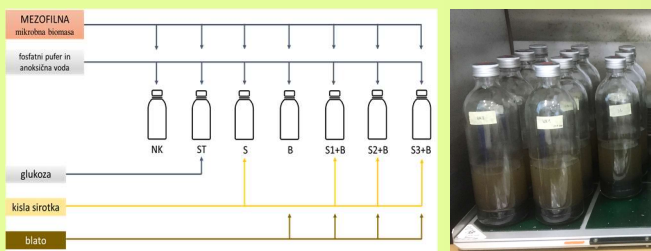
INTRODUCTION

The aim of the study was to measure the biochemical methane potential (BMP) of acid whey in combination with a mixture of sewage sludge from the primary and secondary settling tank of the Central wastewater treatment plant Domžale-Kamnik d.o.o. at mesophilic conditions (39 °C), to determine the maximum quantity of acid whey added into the pilot biogas digester that still allows the stable process and to determine the impact of added acid whey on the microbial community profile by the TRFLP analysis. We concluded that acid whey is a suitable cosubstrate for anaerobic digestion in combination with sewage sludge from wastewater treatment plants, because the addition of whey increases biogas production.

TEST BMP

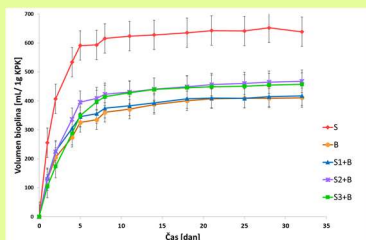
METODE

- Poskus izveden v treh ponovitvah v litrskih serumskih steklenicah (slika 1)
- Delovni volumen: 500 mL
- Inokulum: mikrobnna biomasa (MB) iz digesterja za anaerobno razgradnjo odpadnega biološkega blata CČNDK (4g OS_{mikrobne biomase}/1L mešanice)
- Obremenitev mikrobnne biomase s substratom:
 - primarno in sekundarno biološko blato iz CČNDK (B): 0,3g KPK_{blata}/1g OS_{MB}
 - nizka koncentracija kisle sirotke (S1): 0,1 KPK_{sirotke}/1g OS_{MB}
 - srednja koncentracija kisle sirotke (S2): 0,3 KPK_{sirotke}/1g OS_{MB}
 - visoka koncentracija kisle sirotke (S3): 0,5 KPK_{sirotke}/1g OS_{MB}
- Trajanje poskusa: 32 dni pri 39 °C in ob mešanju pri 120 vrtljajih/min
- Meritve: suha snov, organska snov, pH, KPK, sestava kratkoverižnih maščobnih kislin (KMK), volumen nastalega bioplina, sestava bioplina s plinsko kromatografijo (TCD)



Slika 1: Shematski prikaz poskusa. NK = negativna kontrola, ST = standard oz. pozitivna kontrola, S = kislota sirotka, B = primarno in sekundarno biološko blato, S1+B = nizka koncentracija kisle sirotke in biološko blato, S2+B = srednja koncentracija kisle sirotke in biološko blato; S3+B = visoka koncentracija kisle sirotke in biološko blato;

REZULTATI



Slika 2: Volumen nastalega bioplina (mL) na 1 g KPK_{substrata} med testom BMP pri mezofilnih pogojih. NK= negativna kontrola, ST= standard oz. pozitivna kontrola, S= kislota sirotka, B= primarno in sekundarno biološko blato, S1+B= najnižja koncentracija sirotke in biološko blato, S2+B= srednja koncentracija sirotke in biološko blato; S3+B= največja koncentracija sirotke in biološko blato;

poskusne mešanice	ml bioplina	Izkoristek (L _{bioplina} /kg KPK)	Izkoristek (L _{metana} /kg KPK)
S	383,1	638,6	381,8
B	250,4	410,7	285,6
S1+B	337,8	417,3	286,1
S2+B	566,0	467,9	278,5
S3+B	735,8	457,1	252,3

Preglednica 1: Izkoristki pri proizvodnji bioplina in metana v poskusnih mešanicah v testu BMP.

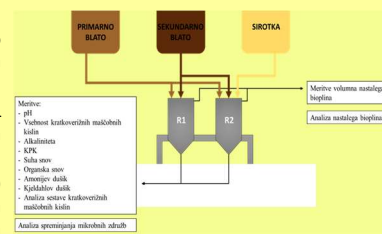
ZAKLJUČKI

- Ob koncu testa smo največ bioplina izmerili v mešanicah s samo sirotko.
- V testu BMP je dodatek srednje in največje koncentracije sirotke k biološkemu blatu povečal proizvodnjo bioplina do 14 % v primerjavi z mešanicami s samim blatom.
- Delež metana v proizvedenem bioplenu je znašal med 65 in 68 %.
- Dodajanje kisle sirotke k biološkemu blatu je primerno, vendar v testu BMP ni povečalo proizvodnje metana.

POSKUS V PILOTNIH DIGESTORJIH

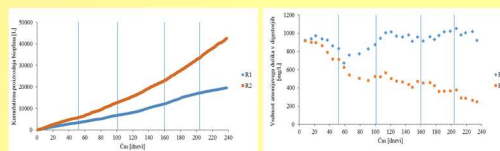
METODE

- Poskus izveden v dveh 200-litrskih pilotnih digesterjih R1 in R2 (slika 1)
- Inokulum: iz digesterja za anaerobno razgradnjo odpadnega biološkega blata CČNDK
- V R1 in R2 dnevno dodano 2,25 L primarnega in 2,25 L sekundarnega blata iz CČNDK
- V eksperimentalni digester (R2) vsakodnevno dodana odpadna kislota sirotka: v petih časovnih obdobjih različne količine (1 L, 2 L, 3 L, 4 L ali 5,5 L)
- Trajanje poskusa: 238 dni pri 39 °C



Slika 3: Shematski prikaz poskusa in opravljene analize

REZULTATI

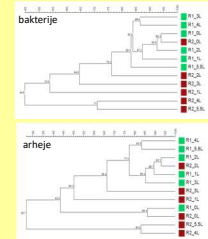


Slika 4: Spreminjanje kumulativne proizvodnje bioplina (slika levo) in koncentracije amonijevega dušika (slika desno) v digesterjih R1 in R2 po dnevih. Navpične črte ločujejo obdobja dodajanja enake količine sirotke v digester R2 (1 L, 2 L, 3 L, 4 L in 5,5 L).

Obdobje dodajanja sirotke	Dolžina obdobja	Izkoristek	
		(L _{bioplina} /kg KPK)	(L _{metana} /kg KPK)
1 L	51 dni	270,24	338,66
2 L	49 dni	287,16	362,01
3 L	59 dni	363,00	364,24
4 L	44 dni	500,42	495,14
5,5 L	35 dni	295,43	466,39
Skupno	238 dni		

Preglednica 2: Izkoristki pri proizvodnji bioplina v digesterjih R1 in R2 v posameznem obdobju (1 L, 2 L, 3 L, 4 L in 5,5 L dodane sirotke).

ANALIZA TRFLP



Slika 5: Dendrogram podobnosti profilov TRFLP bakterijske in arhejske združbe v analiziranih vzorcih digesterjev R1 in R2 v različnih obdobjih dodajanja enake količine sirotke (0 L, 1 L, 2 L, 3 L, 4 L in 5,5 L), kjer obdobje z 0 L dodane sirotke predstavlja začetno stanje obeh digesterjev. Vrednosti na vzliščih so odstotki podobnosti.

ZAKLJUČKI

Rezultati pilotnih poskusov kažejo, da je dodatek kisle sirotke:

- k mešanici primarnega in sekundarnega blata povečal proizvodnjo bioplina v digesterju, a ni povečal izkoristka substrata. Le v petem obdobju je izkoristek v R2 precej večji od R1.
- ni imel večjega vpliva na vrednost pH, vsebnost KMK in alkaliniteto v digesterju.
- ni imel večjega vpliva na sestavo bioplina in KMK.
- v R2 je povzročil spremembe v bakterijski združbi, medtem ko ni imel značilnega vpliva na spremembo sestave arhejske združbe, saj so se premiki pojavili v obeh digesterjih.

SKUPNI ZAKLJUČEK

Kislota sirotka je ustrezen substrat za hkratno anaerobno razgradnjo z odpadnim biološkim blatom iz čistilnih naprav, saj pilotni poskusi dokazujejo, da dodatek sirotke v ustreznih koncentracijah poveča proizvodnjo bioplina.