

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA CHEMICKEJ A POTRAVINÁRSKEJ TECHNOLOGIE
ÚSTAV CHEMICKÉHO A ENVIRONMENTÁLNEHO INŽINIERSTVA
ODDELENIE ENVIRONMENTÁLNEHO INŽINIERSTVA

DIPLOMOVÁ PRÁCA

**Reštauračné odpady ako organický substrát pre produkciu bioplynu a ich následné
energetické využitie**

Vedúci diplomovej práce:

Doc. Ing. Igor Bodík, CSc.

Vypracovala:

Bc. Miroslava Kubaská

Bratislava 2009

Obsah

Obsah.....	2
1 Úvod.....	
2. Ciele práce.....	
3 Teoretická časť.....	
3.1 Anaeróbne procesy.....	
3.1.1 Základné princípy anaeróbneho rozkladu organických látok.....	
3.1.2 Faktory ovplyvňujúce anaeróbne procesy.....	
3.1.3 Mikrobiológia anaeróbnej fermentácie.....	
3.1.4 Substráty pre anaeróbne procesy.....	
3.1.5 Kofermentácia organických odpadov.....	
3.1.6 Fermentačný zvyšok.....	
3.1.7 Reaktory anaeróbnych technológií.....	
3.2 Bioplyn.....	
3.2.1 Charakteristika bioplynu.....	
3.2.2 Úprava a čistenie bioplynu.....	
3.2.3 Možnosti energetického zhodnotenie bioplynu.....	
3.2.4 Ekonomické zhodnotenie využívania bioplynu.....	
3.2 Skúsenosti z praxe.....	
4 Experimentálna časť.....	
4.1 Použité analytické metódy.....	
4.2 Namerané výsledky a diskusia.....	
4.2.1 Popis laboratórneho modelu.....	
4.2.2 Zhodnotenie prevádzky laboratórneho modelu.....	
4.2.3 Možnosti aplikácie laboratórných poznatkov v reálnych prevádzkach.....	
5. Záver.....	3
6. Súhrn.....	
7. Summary.....	
8. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	

5. Záver

Predložená diplomová práca sa zaoberá laboratórnym modelovaním tvorby bioplynu z reštauračných odpadov a zhodnotením možností energetického využitia vyrobeného bioplynu. Cieľom práce bolo podrobné sledovanie prevádzky laboratórneho modelu anaeróbného vyhnívania, kde bol ako substrát pridávaný reštauračný odpad z jedálne FCHPT STU Bratislava. Zároveň bola práca zameraná na dlhodobé sledovanie základných technologických parametrov definujúcich proces výroby bioplynu v anaeróbnom reaktore, definovanie špecifickej produkcie bioplynu z kuchynských odpadov a zhodnotenia vplyvu dusíka prítomného v kalových vodách z tohto typu odpadu na proces čistenia odpadových vôd. Táto diplomová práca sleduje prevádzku laboratórneho modelu výroby bioplynu v období od 5. novembra 2008 do 8. mája 2009.

Nábeh prevádzky anaeróbného reaktora sa uskutočnil 5. novembra 2008 prvým prídavkom substrátu do reaktora, v ktorom bolo 13 l anaeróbného kalu z čistiarne odpadových vôd v Devínskej Novej Vsi (ČOV DNV). Začalo sa sledovanie produkcie bioplynu a pravidelne sa uskutočňovala analýza všetkých vstupov a výstupov procesu. V substráte sa stanovovala chemická spotreba kyslíka (CHSK), ktorej priemerná hodnota bola 238 206 mg/l (rozsah: 46 000 - 320 000 mg/l), organická sušina Xorg s priemerom hodnôt 124 mg/l (rozsah 77 - 270 mg/l). Priemerná hodnota pH substrátu bola 5,25 (rozhranie 4,40 - 6,01), pričom najnižšie pH mal skysnutý substrát. Priemerná koncentrácie amoniakálneho dusíka bola 748 mg/l (rozsah 568 - 896 mg/l), celkový dusík v substráte mal priemernú koncentráciu 3 376 mg/l (rozhranie 3 000 - 3 900 mg/l) a priemerná koncentrácia celkového fosforu bola 530 mg/l (rozsah 395 - 808 mg/l). Výsledky zloženia substrátu sú znázornené na obrázku a. Priemerné zloženie kalu vyjadrené organickou sušinou bolo 18 g/l (rozsah 7,4 – 27,31 g/l) pričom sa organická sušina postupne zvyšovala a priemerné pH kalu bolo 7,12 (rozsah 6,48 – 7,56) výsledky zloženia kalu sú na obrázku.

Substrát sa odoberal v mieste zberu zvyškov jedál v jedálni FCHPT a následne sa hygienizoval. Pre zaručenie čo najlepšej homogenity substrátu sa odpad mixoval, pasterizoval ohrevom na 70 °C, dávkoval do nádob a uskladňoval v chlade. Denná dávka sa určovala na základe požadovaného objemového zaťaženia reaktora Bv a organickej sušiny substrátu. Zaťaženie sa menilo v rozsahu od .0,41.do 3,08 g Xorg/l.d. Prevádzka bola bezproblémová, prvé problémy sa vyskytli pri objemovom zaťažení reaktora Bv = 3 g Xogr/l.d. Pri tomto

zaťaženie nastalo preťaženie reaktora, ktorého príčinou bolo aj skysnutie pridávaného substrátu. Kombinácia týchto faktorov vyústila do tvorby peny, ktorá sa prvý krát objavila v 152. dni. Vplyvom peny sa znížila produkcia bioplynu.

Pri rozsahu objemového zaťaženia reaktora zrealizovanom v tejto práci sa dosahovala denná produkcia bioplynu v rozsahu od 6,72 do 45,87 l/d, priemerná hodnota bola 27,11 l/d. Na základe týchto hodnôt bolo možné definovať priemernú špecifickú produkciu bioplynu na dávku substrátu 113 l bioplynu/l substrátu (rozsah 71 – 130 l/d), prípadne 1 010 l bioplynu/kg Xorg (rozsah 632 – 1266 l/kg Xorg). Priemerný obsah metánu v bioplyne bol 52,5 %, čo je relatívne nízka hodnota.

V kalovej vode sa dosiahli nasledovné priemerné hodnoty: CHSK 1 270 mg/l (od 150 do 180 000 mg/l), NMK 840 mg/l (od 187 do 6 681 mg/l), amoniakálny dusík 640 mg/l (od 230 do 1375 mg/l), celkový dusík 1100 mg/l (od 630 do 1715 mg/l), celkový fosfor 40 mg/l (od 17 do 106 mg/l) a pH 8,32 (od 7,82 do 8,67). Od 176 dňa nastal výrazný nárast koncentrácií skúmaných zložiek v dôsledku nepremiešavania a preťaženia reaktora.

Teoreticky bol vypočítaný vplyv zloženia kalových vôd z reštauračných odpadov na proces čistenia odpadových vôd. Problém zvýšenia koncentrácie dusíka na prítoku do čistiarne bol aplikovaný na ČOV Trnava aj na tri rôzne veľké teoretické čistiarne. Zistilo sa že ČOV s počtom 30 000 ekvivalentných obyvateľov, môže denne spracúvať maximálne 25 m³/d kuchynských odpadov bez toho aby bol proces čistenia odpadových vôd ovplyvnený, pre 75 000 EO je to maximálne 50 m³/d a pre 150 000 EO by teoreticky nemalo ovplyvniť dusíkaté znečistenie na vstupe do ČOV ani 80m³/d.

Predložená diplomová práca je jednou z prvých prác zaoberajúcich sa využitím kuchynských odpadov na energetické účely v anaeróbných reaktoroch. Získané údaje sú dôležité pre technologické definovanie prevádzky a určenie efektivity vzniku bioplynu z daného typu substrátu aj v rozsahu reálnej aplikácie. Najdôležitejším záverom tejto diplomovej práce je, že aj keď možnosti využitia reštauračných odpadov ako jediného substrátu pre výrobu bioplynu sú obmedzené, potenciál využitia kuchynských odpadov ako kosubstrátu v bioplynových staniciach a na čistiarnach odpadových vôd je veľmi vysoký.