



Truzsi Alexandra¹, Bodnár Ildikó (Ph.D.)², Fülöp Zoltán³

^{1,2}Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen Ótmetető utca 2-4.

³Debreceni Vízmű Zrt. Szennyvíztisztító Üzem, 4031 Debrecen, Vértesi út 1-3.

¹alexandra.truzsi@gmail.com, ²bodnari@eng.unideb.hu, ³fulop.zoltan@debreceni-vizmu.hu

BEVEZETÉS

- ❖ A biogáz előállítás egy komplex folyamat, mely különböző mikrobiális csoportok egyensúlyának függvénye [1]. A üzemeltetés szempontjából fontos, hogy az anaerob rothasztási folyamatot minden esetben megfelelő módon ellenőrizzük és az információk birtokában az üzemmenetbe beavatkozunk.
- ❖ Kutatómunkánk során célul tűztük ki a kommunális szennyvíziszap anaerob lebontásának figyelemmel kísérését, mellyel a Debreceni Vízmű Zrt. Szennyvíztisztító Üzemében keletkező biogáz mennyiségének növelését érhetjük el. Üzemi és laboratóriumi tapasztalatok alapján ismertetjük azokat a paramétereket, amelyekkel az anaerob rothasztók egyensúlyát ellenőrizhetjük, és e paraméterek ismeretében az üzemeltetésbe beavatkozhatunk.
- ❖ A fermentorokban végbemenő folyamatok jellemzésére a szennyvíztisztító telepeken alkalmazott fizikai-kémiai (ellenőrző) paraméterek állnak rendelkezésünkre. A kísérlet során célunk volt továbbá, hogy az üzemeltetés számára a kellő információval szolgáló vizsgálati módszereket, az üzemi laboratórium rendszeres vizsgálatai közé is beépíthessük. Ezeket a szempontokat figyelembe véve a kísérletek során vizsgáltuk az üzemi reaktorokból származó iszapminták kémhatását, a megtermelt biogáz mennyiségét és összetételét illetve az illósav- és lúgosság-koncentrációkat és azok arányát (FOS/TAC arány).



1. ábra Mezofil fermentorok

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az anaerob fermentációs folyamat stabilitásának további ellenőrzésére a FOS/TAC módszert alkalmaztuk [2]. Az illósav- és lúgosság-koncentráció aránya meghatározza a savkoncentráció és a puffer-kapacitás hányadosát a fermentációs tápoldatban. A FOS az illósav koncentrációval (mg ecetsav-egyenérték/dm³), míg a TAC (mg CaCO₃/dm³) a lúgossággal van szoros összefüggésben [3]. A TAC érték (teljes szervesen karbonát-tartalek), amelyet egyszerűen puffernek is nevezünk, a FOS értékhez hasonló, ún. összegző paraméter. Ez tartalmazza az összes pufferelő anyagot (karbonátokat, foszfátokat, ammónium-vegyületeket), és úgy tünteti fel ezeket, mintha karbonátok lennének [4].

Az illósav meghatározása a **Standard Methods** szerint történt [5]. Az 50 cm³ homogenizált iszapmintát 250-300 cm³-es csiszolatos lombikban desztillált vízzel 200 cm³-re feltöltöttük, majd az adagoló tölcserén keresztül 2,5 cm³ koncentrált kénsavat (H₂SO₄) adtunk az iszaphoz. Ezt követően a desztillálás első 15 percében keletkezett 15 ml desztillátumot kiöntöttük (2. ábra).

A desztilláció után a kb. 150 cm³ desztillátumot 0,1 mol/dm³-es koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal (NaOH) 3-4 csepp fenoltalein indikátor jelenlétében a rózsaszín szín megjelenéséig titráltuk.

Az összes illósavat, mint ecetsavat mgCH₃COOH/dm³ mértékegységben fejezzük ki:

$$\text{Illósav (mgCH}_3\text{COOH/dm}^3\text{)} = \frac{V(\text{NaOH}) \times c(\text{NaOH}) \times 60.000}{V(\text{iszap}) \times f}$$

ahol:

- $V(\text{NaOH})$ - a titrálás során fogyott NaOH-oldat térfogata cm³-ben
- $c(\text{NaOH})$ - a NaOH-oldat koncentrációja mol/dm³ egységben
- $V(\text{iszapvíz})$ - a bemért iszapvíz térfogata cm³-ben
- f - visszanyerési faktor



2. ábra Illósav meghatározása desztillálással

A lúgosság meghatározása is az erre vonatkozó **Standard Methods** szerint történt [5]. A 100 cm³ centrifugált iszapvíz titrálása 0,05 mol/dm³-es kénsavoldattal folyamatos pH-mérés mellett történt. Majd ezután, ahogy a mért pH érték elérte a 4,7-4,4 közötti tartományt, megállítottuk a titrálást és feljegyeztük az adott pH értékhez tartozó fogyott kénsav mennyiségét.

Továbbtitrálva az iszapmintát a pH érték 0,3 egységgel történő csökkenését követően ismét feljegyeztük a fogyott kénsav mennyiségét (3. ábra).

A lúgosság kalcium-karbonátban (CaCO₃) megadva a következő módon számolható:

$$\text{Lúgosság (mgCaCO}_3\text{/dm}^3\text{)} = \frac{V(\text{H}_2\text{SO}_4) \times c(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 50.000}{\text{minta (ml)}}$$

ahol:

- $V(\text{H}_2\text{SO}_4)$ - a titrálás során fogyott kénsav-oldat térfogata cm³-ben
- $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$ - a kénsav-oldat koncentrációja mol/dm³ egységben
- $V(\text{iszapvíz})$ - a bemért iszapvíz térfogata cm³-ben

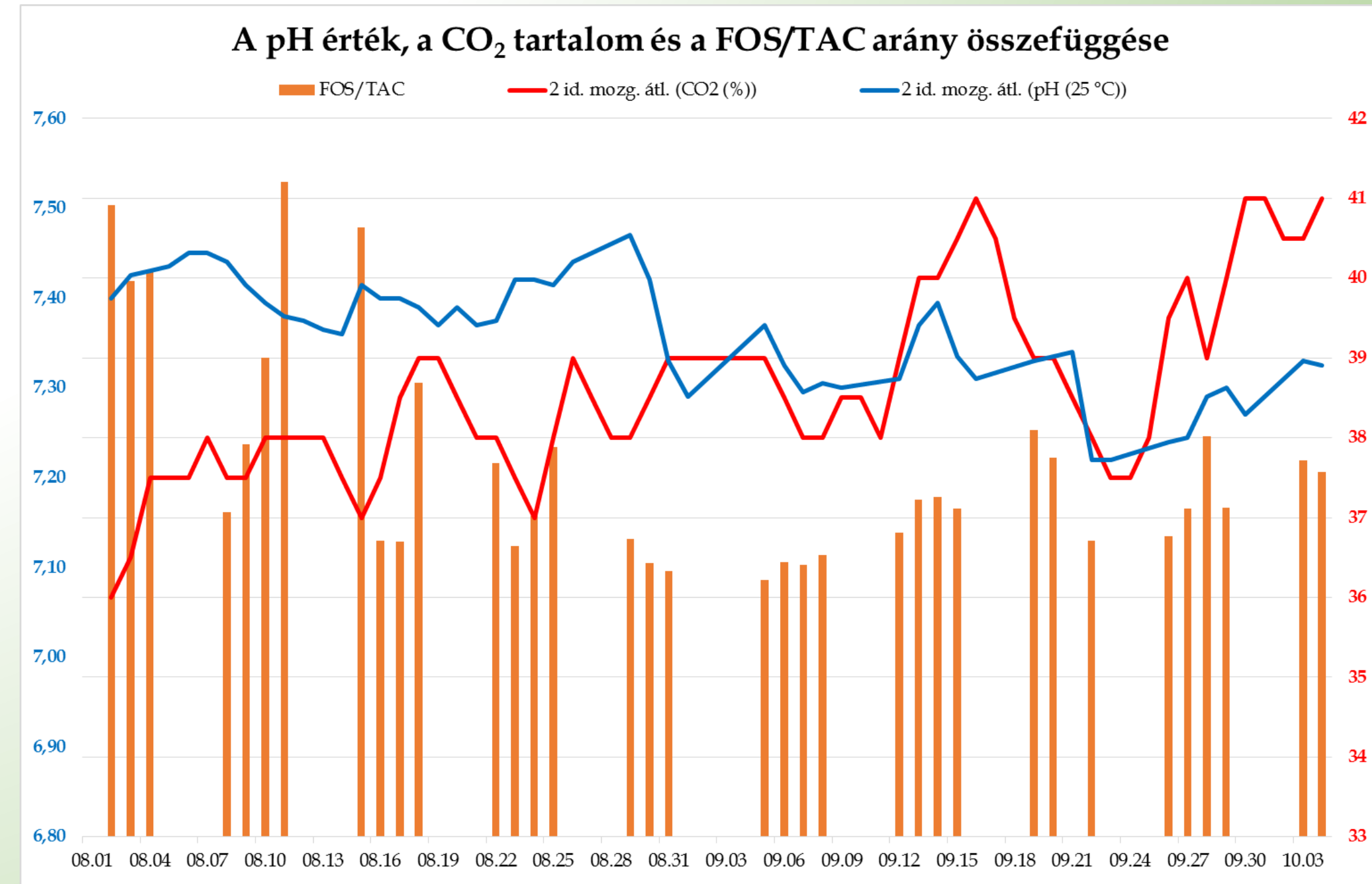


3. ábra Lúgosság meghatározása folyamatos pH mérés mellett

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELESLÉSE

❖ A szakirodalom által megfogalmazott optimális FOS/TAC arányszám a gyakorlatban 0,3 és 0,4 közötti tartományban helyezkedik el [6]. A 4. ábrán látható grafikonon is jól mutatja, hogy a 0,3-0,4 közötti tartományban összesen két mérési eredményünk található. Az optimális tartomány alatt lévőket esetleg elmondható, hogy a kutatási időszak ezen szakaszában csak telepi szennyvíziszapot vezettük a rothasztókra, ezáltal arra lehet következtetni, hogy a meglévő rothasztó rendszer a három rothasztó torony összterfogatával nagyobb szerves anyag mennyiséget igényelne az optimális 0,3-0,4-es FOS/TAC arány eléréséhez. Ezzel szemben amikor az optimális tartomány fölötti értékeket detektáltunk, akkor külső forrásból származó szerves anyagot juttattunk a toronyokba.

❖ A biogáz hozam és a FOS/TAC arány összefüggésénél látható piros körrel azt szeretnénk hangsúlyozni, hogy a legtöbb zöld pont 0,08 és 0,25 érték között helyezkedik el, vagyis jóval az optimális tartomány alatt.



5. Ábra A pH, CO₂ tartalom és a FOS/TAC arány összefüggése

JAVASLATOK

- ✓ Megoldás lehet ebben a helyzetben a terhelés növelése, ami történhet **külső forrásból történő szervesanyag adagolással** vagy a **rothasztó térfogat csökkentésével, leállításával**. Azonban a kis torony leállításával 30%-át veszítenénk el a rothasztó térfogatnak, amely jelentősen növelné a másik két torony terhelését. Veszélyt jelenthet továbbá az is, ha növelni tudjuk a feladott iszap mennyiségét, hiszen ebben az esetben a jelenlegi alulterheltségi szintről a túlterheltségi szint közelébe kerülnénk, ami szintén nem optimális.
- ✓ A terhelés növelését külső forrásból, illetve a telepen képződő iszapok átstrukturálásából kell biztosítani, vagyis **főlősiszap helyett nyersiszapot kellene feladni a toronyra**. A cél, hogy a **nyersiszap leválasztása optimalizálva legyen**, amellyel ezáltal növelhető a rothasztó terhelése.
- ✓ Lehetőség van továbbá a telepen képződő iszapmennyiség további 10%-kal történő növelésére más szennyvíztelepekről származó iszap fogadásával.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni konzulenseimnek **Dr. Bodnár Ildikónak** és **Fülöp Zoltánnak** a szakmai útmutatást!

KÖRNYEZETMÉRNÖKI SZAKMAI NAP

Hallgatói kutatómunkák eredményeinek bemutatása

Poszter kiállítás

Debrecen, 2016. október 14.



HIVATKOZÁSOK

- Gujer, W.; Zehnder, A.J.B., (1983). Conversion processes in anaerobic digestion. Water Sci Technol, 15, 127-167.
- Nordmann, W. (1977). Die Überwachung der Schlammfäulung. KA-Informationen für das Betriebspersonal, Beilage zur Korrespondenz Abwasser 3.77.
- Voß, E., Weichgrebe D., Rosenwinkel, K.H. (2009). FOS/TAC - Deduction, Methods, Application and Significance. Internationale Wissenschaftskonferenz „Biogas Science 2009 - science meets practice“, LfL-Bayern, 2-4. 12.09. Erding.
- Pfeifer, B. (2007). Meßgerät FOS/TAC 2000 - Messeneinheit von der Agritechnica. (Pronova Analysentechnik, Novatech GmbH., Energie Pflanzen. VI/2007. 53.
- Titration Method. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition 1995. Publication Office American Public Health Association, 1015 Fifteenth Street, NW Washington, DC 20005.
- Kaiser F, Metzner T, Effenberger M, Gronauer A. (2007). Sicherung der Prozessstabilität in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Freising-Weihenstephan : LfL, 14 p. LfL-Information