

1. Cele projektu badawczego

Niedawno odkryto inne zjawiska beztlenowego utleniania azotu amonowego ($\text{NH}_4\text{-N}$), niż anammox (Fdz-Polanco, 2001). Okazało się, że amonia anaerobic ammonia oxidizing bacteria (AAOB) mają bardziej wszechstronny metabolizm niż zakładano. **Oprócz powszechnie znanego akceptora elektronów w postaci azotu azotynowego ($\text{NO}_2\text{-N}$), mogą istnieć inne do utlenienia $\text{NH}_4\text{-N}$ w warunkach beztlenowych (Zandt et al., 2018). Jednym z nich jest m.in., siarczan ($\text{SO}_4\text{-S}$) w procesie sulfamnox, czyli sulfate reducing ammonium oxidation (SRAO) (Bi et al., 2020). Nowy beztlenowy proces usuwania $\text{NH}_4\text{-N}$ i $\text{SO}_4\text{-S}$ - sulfamnox, to energooszczędna i przyjazna dla środowiska alternatywa dla jednoczesnego usuwania tych związków ze ścieków, według poniższej reakcji (Zhang et al., 2019) (1):**



W porównaniu z konwencjonalnym procesem anammox, sulfamnox jest łatwy do manipulowania, a koszt azotowania można zaoszczędzić, gdyż $\text{SO}_4\text{-S}$ służy jako akceptor elektronów, zamiast $\text{NO}_2\text{-N}$. Co więcej, jest on wolny od wtórnych zanieczyszczeń powodowanych przez S^{2-} (Zhang et al., 2019a). Ponadto S^0 powstaje w tym procesie, a jej odzyskanie jest cennym produktem ubocznym procesu (Rios-Del Toro and Cervantes, 2019). **Efektywność jednoczesnego usuwania $\text{NH}_4\text{-N}$ i $\text{SO}_4\text{-S}$ ze ścieków w warunkach beztlenowych jest wciąż jednak na niskim poziomie - 10-55% i 0-80% odpowiednio (Bi et al., 2020, Przywara, 2019, Wang et al., 2017a). Ponadto literatura nie podaje żadnych doniesień na temat przeprowadzenia procesu sulfamnox z osadem granulowanym w sequencing batch reactor (SBR). Należy podkreślić, że żaden z autorów nie wykorzystał wyników badań do optymalizacji wydajności systemów z wykorzystaniem sulfamnox.** Modelowanie matematyczne (mechanistyczne) i symulacja komputerowa to skuteczne i niezawodne narzędzia analityczne do zrozumienia obu mechanizmów napędzających dynamikę tych układów i interakcji między obecnymi grupami drobnoustrojów.

Celem projektu jest identyfikacja, charakterystyka and model procesu sulfamnox w porównaniu z konwencjonalnym procesem anammox, a także ich wzajemnego wpływu na efektywność utleniania $\text{NH}_4\text{-N}$ w reaktorze SBR. Badania mają służyć odpowiedzi na pytanie, **czy możliwe jest zastąpienie procesu anammox procesem sulfamnox.**

2. Metodologia Badań

SBR zaszczerpiono biomasą pochodzącą z systemu deamonifikacji pracującego w pełnej skali strumienia bocznego w Plettenberg, Niemcy. Osad został dostosowany do procesu anammox, w którym działa od ponad roku. Testy będą przeprowadzane przez 3 lata (1095 dni) w sposób ciągły. Podczas całego okresu testowego SBR będzie działać w stałej temperaturze $30 (\pm 1) ^\circ\text{C}$. pH będzie kontrolowane w zakresie 7,5-7,8 poprzez automatyczne dodawanie 6 M kwasu chlorowodorowego (HCl). Stężenie DO w nienapowietrzonym SBR nie przekroczy 0,2 mg/l. SBR będzie zasilany syntetycznym podłożem zgodnie z Dapena-Mora (2004). Najważniejsze składniki, tj. azotyn, amon i siarczan, będą dostarczane odpowiednio w postaci NH_4Cl , NaNO_2 i MgSO_4 . Stosunek NH_4/SO_4 w procesie sulfamnox bez dodatku $\text{NO}_2\text{-N}$ będzie się zmieniał w zakresie 0,5 - 3 przy zastosowaniu stosunku C/N (w przypadku warunków heterotroficznych).

Analiza struktury społeczności mikroorganizmów uczestniczących w procesie sulfamnox zostanie przeprowadzona przy użyciu sekwencjonowania genu 16S rRNA.

Stężenie związków ChZT, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{SO}_4\text{-S}$ określono za pomocą spektrofotometru, DR 3900, stosując testy kuwetowe od Hach Lange GmbH (Dusseldorf, Niemcy) dla tego typu analizy.

Oznaczenie całkowitej zawartości siarki zostanie przeprowadzone za pomocą mikrofalowego spektrometru emisyjnego z plazmą atomową 4210 MP-AES dostarczonego przez Agilent.

Najnowsza wersja GPS-X (Hydromantis, Kanada) będzie używana jako środowisko symulacyjne (GPS-X jest używany przez zespół badawczy PG od 18 lat).

3. Uzasadnienie rozwiązania określonych problemów naukowych przez proponowany projekt

Sulfamnox jest wysoce wydajną i ekonomiczną alternatywą biologicznego usuwania $\text{NH}_4\text{-N}$ i $\text{SO}_4\text{-S}$ przy zastosowaniu oczyszczania ścieków w porównaniu do tradycyjnego oddzielnego usuwania $\text{NH}_4\text{-N}$ i $\text{SO}_4\text{-S}$. $\text{NH}_4\text{-N}$ w środowisku naturalnym może powodować eutrofizację wód i pogorszenie jakości wody, z kolei wysokie stężenia $\text{SO}_4\text{-S}$ w ściekach nierównowagę w naturalnym cyklu siarkowym jednolitych części wód. W ściekach znajduje się coraz więcej substancji zanieczyszczających takich jak $\text{NH}_4\text{-N}$ oraz $\text{SO}_4\text{-S}$ (>1000 mg/l oba) (Rikmann et al., 2016). Zatem w przypadku ścieków o wysokiej zawartości N, $\text{SO}_4\text{-S}$ i substancji organicznych, jednoczesne usuwanie ChZT i N można osiągnąć w warunkach beztlenowych, unikając jednocześnie gromadzenia się toksycznego i szkodliwego dla zdrowia ludzi i ekosystemów S^{2-} . Dzięki temu można zapobiec zakłóceniom procesu spowodowanym przez hamowanie S^{2-} .