

EFEKTYWNOŚĆ OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW Z UPRAWY BEZGLEBOWEJ W SEKWENCYJNYM REAKTORZE PORCJOWYM Z BŁONĄ BIOLOGICZNĄ (SBBR) Z ZASTOSOWANIEM STAŁEGO PRĄDU ELEKTRYCZNEGO

mgr inż. Kamil Łukasz Bryszewski

Słowa klucze: oczyszczanie ścieków szklarniowych, reaktor sekwencyjny z błoną biologiczną, związki azotu i fosforu, zewnętrzne źródła węgla, sposób dozowania substratu, sposób zasilania prądem elektrycznym reaktorów.

Streszczenie

Ścieki szklarniowe powstają w trakcie prowadzenia upraw bezglebowych w systemie otwartym oraz w przypadku konieczności wymiany pożywki w systemie zamkniętym. W systemie tym nadmiar pożywki, zwany przelewem lub wodami drenarskimi, odprowadzany jest w formie nieoczyszczonej do środowiska. Ścieki ogrodnicze odpływające z upraw bezglebowych charakteryzują się wysokim stężeniem azotu i fosforu. Stężenie azotu ogólnego może wynosić od 150 do 600 mg N·L⁻¹, natomiast fosforu ogólnego wynosi 30-400 mg P·L⁻¹. Odprowadzanie nieoczyszczonego drenażu do środowiska powoduje zanieczyszczenie wód gruntowych i powierzchniowych oraz samego gruntu przylegającego do szklarni. Nerozwieszony problem z oczyszczaniem ścieków szklarniowych występuje na całym świecie i stanowi przesłankę do poszukiwania rozwiązań umożliwiających sprawne usuwanie z nich związków azotu i fosforu.

Celem pracy było określenie wpływu rodzaju, dawki i sposobu dozowania zewnętrznego źródła węgla organicznego oraz stałego prądu elektrycznego na efektywność procesów biologicznych i elektrochemicznych zachodzących podczas oczyszczania ścieków z bezglebowej uprawy pomidorów w sekwencyjnym reaktorze porcjowym z błoną biologiczną (SBBR). W badaniach wykorzystano rzeczywiste ścieki ogrodnicze pochodzące ze szklarni o powierzchni około 200 000 m², w której uprawiane są pomidory na podłożu z wełny mineralnej. Wewnątrz reaktora typu SBBR zainstalowano anodę wykonaną z żelaza, natomiast katodę stanowiły tarcze ze stali nierdzewnej zamontowane na obracającym się pionowym wale. Konstrukcja reaktora pozwalała na symultaniczne przeprowadzenie procesów denitryfikacji hydrogenotroficznej i heterotroficznej, elektrochemicznej redukcji azotanów(V) i elektrokoagulacji związków fosforu. Elektrody były podłączone do zasilacza prądu stałego. Badania były podzielone na trzy etapy: etap I pozwolił na określenie wpływu rodzaju i dawki

zewnętrznego źródła węgla organicznego oraz stałego prądu elektrycznego na wskaźniki jakościowe ścieków; etap IIa pozwolił na określenie wpływu sposobu dozowania substratu organicznego na jakość ścieków oczyszczonych; etap IIb określał wpływ oddziaływania stałego prądu elektrycznego na efektywność oczyszczania ścieków szklarniowych; etap III miał za zadanie określenie wpływu kolejności zastosowanych procesów biologicznych i elektrochemicznych na sprawność usuwania związków azotu i fosforu, a także wykorzystanie substratu organicznego.

Na podstawie uzyskanych wyników przedstawiono koncepcję zastosowania reaktora porcjowego z błoną biologiczną do oczyszczania ścieków szklarniowych. Uzyskane wyniki badań pozwoliły przedstawić szereg wniosków, wśród których można wyróżnić:

- Ilość związków organicznych, zarówno kwasu octowego jak i octanu sodu, wyrażona stosunkiem C/N 1,5 była odpowiednia do uzyskania wysokiej sprawności usuwania azotu ogólnego, jednocześnie nie powodowała znacznej ilości związków organicznych w ściekach oczyszczonych. Zastosowanie stosunku C/N 1 powoduje spadek efektywności usuwania azotu ogólnego, natomiast zastosowanie C/N 2 powoduje istotny wzrost niewykorzystanych związków organicznych.
- Równomierne dozowanie substratu organicznego oraz doprowadzenie go w dwóch dawkach (50% na początku cyklu i 50% po 12 h pracy reaktora) powodowało spadek szybkości usuwania azotu ogólnego w reaktorze biologicznym. Azot ogólny był wtedy usuwany zgodnie z równaniem zerowego rzędu. Usuwanie azotu ogólnego w reaktorze biologicznym z doprowadzaniem całej dawki substratu na początku cyklu przebiegało zgodnie z równaniem pseudopierwszego rzędu, a zanotowana szybkość reakcji była najwyższa.
- Niezależnie od zastosowanego układu oczyszczania w dwóch reaktorach (elektrochemicznego i biologicznego) zastosowanie kwasu octowego zapewniało wyższą sprawność wykorzystania substratu organicznego niż w reaktorach bio-elektrochemicznych w każdym wariantcie zasilania stałym prądem elektrycznym
- Przy zastosowaniu octanu sodu w układzie dwóch reaktorów, w którym najpierw prowadzono procesy biologiczne a następnie elektrochemiczne efektywność usuwania azotu była wyższa tylko od uzyskanej w reaktorze bio-elektrochemicznym, w którym dostarczano stały prąd elektryczny przez 24h.
- Podwyższenie gęstości prądu elektrycznego powyżej $1,2 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$ nie powodowało znacznego wzrostu sprawności usuwania fosforu ogólnego w reaktorze elektrochemicznym.

- W reaktorach z zastosowaniem kwasu octowego, niezależnie od rodzaju reaktora, zanotowano pełniejsze wykorzystanie substratu organicznego w porównaniu z octanem sodu.
- Sprawność usuwania azotu ogólnego w układzie reaktora elektrochemicznego, a następnie biologicznego była wyższa niż w reaktorach bio-elektrochemicznych niezależnie od zastosowanego sposobu zasilania prądem elektrycznym.
- Rodzaj zastosowanego źródła węgla w reaktorze biologicznym ma istotny wpływ na ilość usuniętego azotu ogólnego w przeliczeniu na miligram doprowadzanego źródła węgla organicznego.
- Koncentracja związków fosforu w ściekach oczyszczonych w układach reaktorów biologicznego i elektrochemicznego (niezależnie od konfiguracji), zarówno z zastosowaniem octanu sodu jak i kwasu octowego była niższa niż w odpływie z reaktorów biologicznych, elektrochemicznych i bio-elektrochemicznych.
- Udział procentowy azotu i fosforu w osadach był najwyższy w reaktorach, gdzie zastosowano wyłącznie prąd elektryczny.