

Metody mikrobiologiczne jako narzędzie optymalizacji procesów oczyszczania ścieków - prezentacja wyników projektu badawczego ACTIFER prowadzonego przez Biospekt i Uniwersytet Jagielloński

Piotr Zygmunt

Biospekt Sp. z o.o.

Wprowadzenie do tematyki projektu

W dniu 3 września 2014 r. rozpoczęto realizację projektu badawczo-rozwojowego „Zintegrowany system kontroli puchnięcia osadu czynnego w oczyszczalniach ścieków” (akronim ACTIFER), finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu Gekon. W skład konsorcjum projektowego wchodzi firma Biospekt Sp. z o.o. (Lider) oraz Uniwersytet Jagielloński. Czas trwania projektu przewidziano na dwa lata. Po części badawczo-rozwojowej przewidziano część wdrożeniową, w której opracowane rozwiązania mają być wprowadzone na rynek.

Kluczowymi dla podjęcia prac badawczo-rozwojowych w projekcie, były obserwacje badaczy z Instytutu Nauk o Środowisku, że niektóre gatunki wrotków (Rotifera) kontrolują nadmierny rozwój bakterii nitkowatych, powodujących realne problemy z prawidłową sedymentacją osadu czynnego. W wyniku szeregu eksperymentów laboratoryjnych udowodniono że wrotki jest nie tylko efektywnie redukują ilość bakterii nitkowatych, ale również wpływają pozytywnie na właściwości sedymentacyjne osadu czynnego i zmniejszają ilość powstającego osadu nadmiernego. Zaowocowało to patentem na innowacyjną metodę zwalczania puchnięcia osadu czynnego (patent P 383 707). Ponadto obecnie prowadzona jest hodowla wrotków w warunkach laboratoryjnych, w której utrzymywane jest wysokie tempo wzrostu wrotków.

Realizowany projekt ma na celu wypracowanie, opartych o badania mikroorganizmów osadu czynnego, pomocnych eksploatorów, narzędzi do prowadzenia procesu oczyszczania ścieków. Ponadto zastosowanie wrotków jako mikroorganizmów poprawiających efektywność procesu oczyszczania ścieków może skutkować realnym zredukowaniem kosztów procesu.

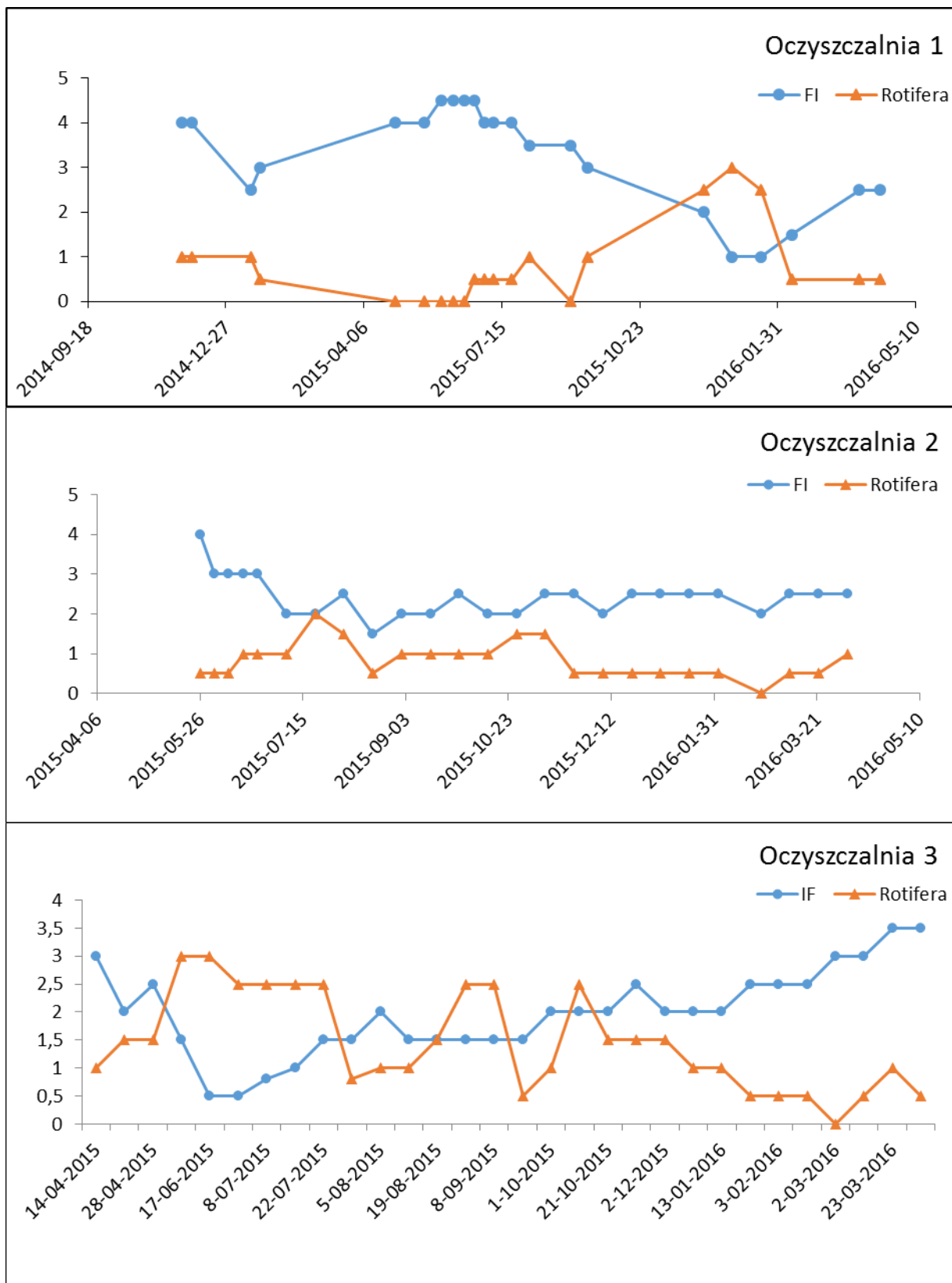
W ramach projektu zaplanowano i przeprowadzono szereg prac, których celem jest między innymi opracowanie przemysłowej metody namnażania wrotków z rodzaju Lecane. Za prace nad przemysłową metodą hodowli wrotków odpowiedzialni są naukowcy z Zespołu Ekologii Mikroorganizmów Wodnych Instytutu Nauk o Środowisku UJ.

Firma Biospekt opracowuje oprogramowanie eksperckie pomocne w utrzymywaniu w oczyszczalni optymalnych warunków dla wrotków. Oprogramowanie to pozwoli również na zwiększenie skuteczności prowadzenia procesu oczyszczania ścieków w oparciu o stałe obserwacje mikroskopowe. W ramach projektu zbudowane również zostały symulatory umożliwiające bezpieczne prowadzenie obserwacji procesów oczyszczania ścieków oraz przeprowadzania eksperymentów w skali laboratoryjnej w zautomatyzowanych reaktorach działających na zasadzie reaktorów typu SBR.

Metody mikrobiologiczne i rola wrotków w osadzie czynnym

W praktyce eksploatacyjnej w wielu oczyszczalniach, procesy mikrobiologiczne zachodzące w osadzie czynnym są często traktowane jak „czarna skrzynka”, której funkcjonowanie pozostaje poza zakresem zainteresowania operatora. Pierwszorzędną rolą technologów jest utrzymanie odpowiednich parametrów ścieku oczyszczonego, następnie zmniejszanie kosztów procesu technologicznego. Większość obecnie stosowanych metod sterowania parametrami procesu oczyszczania ścieków sprowadza się do instalacji często drogiej aparatury do pomiaru parametrów fizykochemicznych w celu redukcji dwóch głównych kosztów, jakim są napowietrzanie osadu czynnego oraz utylizacja osadu nadmiernego. Połączenie tych zabiegów wraz z regularnymi obserwacjami osadu czynnego daje możliwość optymalizacji procesu bez ryzyka zachwiania równowagi w kluczowym jego miejscu, którym jest mikrobiologia osadu czynnego.

Skład gatunkowy mikroorganizmów w osadzie czynnym zmienia się wraz ze zmianą jednego z najbardziej istotnych parametrów jakim jest wiek osadu. Zbyt krótki wiek osadu uniemożliwia rozwój mikroorganizmów takich jak orzęski osiadłe, ameby, wrotki, które są wskaźnikami dobrej pracy osadu. Wiadomo też, że z krótkim wiekiem osadu wiąże się zwykle wyższe obciążenie substratowe co powoduje zwiększoną produkcję osadu nadmiernego i rosnące koszty związane z jego utylizacją. Obserwacje mikroskopowe osadu czynnego mogą być pomocne w dobraniu i utrzymaniu optymalnego dla danej oczyszczalni ścieków wieku osadu. Organizmy bytujące w osadzie o dłuższym wieku wykazują zwykle lepsze zdolności filtracyjne, a co za tym idzie efektywniej przerabiają materię organiczną zawartą w ściekach. Do tej grupy należą wrotki, które jak udowodniono nie tylko zmniejszają ilość bakterii nitkowatych, ale jako konsumenci wyższego rzędu, zmniejszają ogólną biomasę osadu w reaktorze. Mają też korzystny wpływ na stężenie zawiesiny ogólnej w ścieku oczyszczonym. W ramach projektu prowadzony jest regularny monitoring mikrobiologiczny w kilkunastu oczyszczalniach ścieków z województw małopolskiego oraz śląskiego. Do części z nich regularnie aplikowany jest biopreparat zawierający wrotki Lecane. Wyniki zastosowania biopreparatu w oczyszczalniach ścieków są obiecujące. Już na tym etapie widać jasno, że wrotki skutecznie redukują ilość bakterii nitkowatych (ryc. 1) oraz Indeks Objętościowy osadu (SVI), który jest wskaźnikiem zdolności sedymentacyjnych biomasy osadu. Z naszych obserwacji wynika również, że mają dobrą tolerancję szerokiego zakresu stężeń tlenu w bioreaktorach, co umożliwia sterowanie kosztownym procesem napowietrzania bez ryzyka dla populacji wrotków, wprowadzonych do osadu.



Rycina 1. Zależność między indeksem bakterii nitkowatych FI a indeksem wrotków (oba w skali 1-5) w trzech oczyszczalniach ścieków w których wprowadzano wrotki do osadu czynnego.

Do momentu powstawania niniejszej publikacji, udało się nam opracować i ustabilizować warunki namnażania wrotków i wytwarzania biopreparatu z ich zawartością. Biotechnologia jest zaawansowana w takim stopniu, że możliwe jest zwiększanie wytwarzania preparatu do skali przemysłowej. Wymaga to zorganizowania odpowiedniej infrastruktury, której zakup sfinansowany będzie ze środków własnych lub w ramach etapu wdrożeniowego w ramach programu Gekon.

Skuteczne i wydajnie używanie preparatu wrotkowego zwalczającego bakterie nitkowate, związane jest z koniecznością prowadzenia obserwacji mikroskopowych osadu czynnego. Oprócz odpowiedniego przygotowania z zakresu mikrobiologii i techniki mikroskopowej ważna jest standaryzacja i uproszczenie procedury, tak by w krótkim czasie uzyskać odpowiedni poziom informacji o bytujących w danej oczyszczalni mikroorganizmach. W tym celu rozwijane jest oprogramowanie eksperckie o nazwie BIOLAN. Ułatwia ono prowadzenie obserwacji mikroorganizmów osadu czynnego. Umożliwia zapisywanie wyników badań (zarówno z badań mikroskopowych, jak i danych fizykochemicznych). Na podstawie wyników badań daje informacje o procesie oczyszczania. Następnie, na podstawie algorytmów doradczych przedstawia rekomendacje przydatne do uzyskania poprawy parametrów technologicznych. Oprogramowanie jest dostępne przez Internet, tak by użytkownik mógł z niego korzystać z dowolnego urządzenia podłączonego do sieci. W ramach systemu BIOLAN użytkownik będzie miał dostęp do bazy wiedzy na temat biologicznego oczyszczania ścieków, w tym do encyklopedii i klucza do oznaczania mikroorganizmów takich jak bakterie nitkowate. Encyklopedia jest cyfrową wersją popularnej książki „Osad czynny - biologia i analiza mikroskopowa” autorstwa naukowców z Zespołu Ekologii Mikroorganizmów Wodnych Instytutu Nauk o Środowisku UJ. System pomyślany jest tak, by zarówno pracownik badający osad czynny w laboratorium, jak i technolog, mogli w krótkim czasie zorientować się w bieżącym stanie oczyszczalni ścieków i podjąć odpowiednie zabiegi technologiczne, np. zmianę wartości zadanej stężenia tlenu czy tempa recyrkulacji osadu. W ten sposób możliwe jest zoptymalizowanie procesu i realna redukcja jego kosztów. BIOLAN oferuje również funkcje przydatne dla pracowników oczyszczalni. Są to: raporty z badań i moduł do prowadzenia dziennika eksploatacji obiektu.

W ramach projektu opracowano również zestaw przenośnych symulatorów umożliwiających szybkie przetestowanie, czy zastosowanie wrotków w danej oczyszczalni poprawia proces oczyszczania. Do eksperymentów w symulatorach zastosowany zostanie zarówno osad jak i ściek z badanej oczyszczalni aby jak najlepiej odzwierciedlić wpływ jaki na wrotki mają warunki panujące w danej oczyszczalni. Bioreaktory umożliwiają kontrolę stężenia tlenu, pH oraz podawanie substratów i odbieranie ścieku oczyszczonego. Znajdują też szereg innych zastosowań w przyszłości takich jak np. symulowanie wpływu różnego rodzaju ścieku na stan osadu czynnego z badanej oczyszczalni.

Podsumowanie

Celem projektu ACTIFER jest opracowanie zintegrowanego systemu narzędzi mikrobiologicznych, informatycznych i procesowych służących optymalizacji zarządzania biologicznym oczyszczaniem ścieków. Podstawą opracowywanego rozwiązania jest innowacyjna technologia biologicznego zwalczania puchnięcia osadu czynnego oraz system informatyczny wspomagający monitoring procesów ekologicznych i optymalizację procesów technologicznych w oczyszczalniach ścieków. Całość rozwiązania ukierunkowana jest na poprawę wydajności procesów biologicznego oczyszczania ścieków, zmniejszenie energochłonności, zmniejszenie produkcji odpadów w postaci osadu nadmiernego oraz ograniczenia zastosowania nieobojętnych dla środowiska środków chemicznych. Zastosowanie proponowanego rozwiązania w oczyszczalniach ścieków będzie miało przełożenie na pozytywny efekt ekologiczny i ekonomiczny. Przeprowadzone do tej pory prace dowodzą że realizacja projektu doprowadzi do powstania unikatowej na skalę międzynarodową narzędzi pomocnych w prowadzeniu procesów biologicznego oczyszczania ścieków.