

Wybrane właściwości odcieków składowiskowych w aspekcie biologicznego oczyszczania

mgr inż. Aleksandra Wdowczyk

STRESZCZENIE

Badania dotyczyły zmian właściwości wód odciekowych ze składowisk odpadów komunalnych, w aspekcie wybranych procesów biologicznego oczyszczania. Temat ten jest istotny z uwagi na fakt, że odcieki stanowią istotne źródło zanieczyszczenia środowiska wodno-gruntowego, związanego ze składowaniem odpadów, a prowadzona jest niewielka ilość kompleksowych badań w tym zakresie. Co więcej, nawet po dużych zmianach w gospodarce odpadami i zamknięciu niektórych składowisk, zagospodarowanie odcieków z tych obiektów nadal będzie stanowić problem. Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury postawiono następujące cele badań: kompleksowa ocena zanieczyszczenia i toksyczności wód odciekowych ze składowisk odpadów komunalnych znajdujących się na różnych etapach eksploatacji, określenie stopnia zanieczyszczenia odcieków za pomocą wskaźnika LPI (wskaźnik zanieczyszczenia odcieków, Leachate Pollution Index) i efektu toksycznego, zbadanie skuteczności zastosowania wybranych systemów hydrofitowych do oczyszczania lub podczyszczania odcieków składowiskowych, ocena wpływu odcieków surowych oraz po oczyszczeniu za pomocą *Phragmites australis* i *Ceratophyllum demersum* L. na skład i stan biocenozy bakteryjnej osadu czynnego (określanej przez sekwencjonowanie nowej generacji NGS, ze szczególnym uwzględnieniem nityfikatorów) i stan osadu czynnego (poprzez barwienie fluorescencyjne LIVE/DEAD BacLight™).

Badania przeprowadzono na 5 obiektach badawczych, tj.: 4 składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w województwie dolnośląskim, znajdujących się na różnych etapach eksploatacji oraz oczyszczalni ścieków we Wrocławiu. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że jakość odcieków ze składowisk, określana na podstawie właściwości fizykochemicznych odcieków, wykazuje dużą zmienność. Zaobserwowano, że dla większości analizowanych parametrów istnieją istotne statystycznie różnice pomiędzy wartościami obliczonymi dla czynnych i nieczynnych składowisk. W odciekach odnotowano obecność substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (np. azot amonowy, chrom, miedź), które mogą utrudniać ich oczyszczanie. Problemem może być również toksyczność odcieków, która może się utrzymywać nawet po zakończeniu procesu oczyszczania. Odcieki z czynnych składowisk charakteryzowały się toksycznością ostrą, odcieki z nieczynnych składowisk toksycznością od lekkiej do ostrej. Zastosowanie kompleksowego monitoringu obejmującego analizy fizykochemiczne i testy toksyczności może pomóc w dokonaniu bardziej miarodajnej oceny stanu zanieczyszczenia odcieków oraz ocenie postępu rozkładu nagromadzonych odpadów. Do oceny jakości odcieków przydatne byłoby również zastosowanie bardziej uniwersalnych wskaźników. Jednym z takich narzędzi, służących do oceny

jakości wód odciekowych z różnych składowisk, który znacząco ułatwia ich szybkie porównywanie między sobą (nawet przy różnym zakresie wykonywanych analiz), był wskaźnik LPI. Obliczone wartości wskaźnika wykazały, że odcieki z badanych składowisk charakteryzują się niskimi i średnimi wartościami LPI. Na składowiskach zamkniętych wartość ta wahała się od 7,4 do 11,1, natomiast na składowiskach czynnych od 12,9 do 15,9. Testy fitotoksyczności wykazały, że odcieki w niskich stężeniach mogą sprzyjać wzrostowi roślin. W wyższych stężeniach (50% i 100%) odcieki powodowały zahamowanie wzrostu korzeni i pędów, co korelowało z wysokimi wartościami LPI. Zastosowany podział na podgrupy wskaźnika LPI pozwolił na lepsze zdefiniowanie i pogrupowanie zanieczyszczeń obecnych w odciekach i okazał się przydatny w doborze metody ich oczyszczania. Zastosowana klasyfikacja wykazała, że metody biologiczne będą najlepszą opcją ich oczyszczania. Dodatkowo uzyskane wyniki potwierdziły związek między toksycznym wpływem na rośliny, a wartościami LPI, dzięki czemu można go uznać za wiarygodny wskaźnik toksyczności odcieków. W związku z tym, że przeprowadzona ocena wykazała, że oczyszczanie biologiczne odcieków będzie najlepszą opcją ich oczyszczania, przeprowadzono badania w systemach hydrofitowych z wykorzystaniem *P.australis* i *C.demersum*. Stwierdzono jednak, że nawet po oczyszczaniu badane próbki odcieków wywierały toksyczny wpływ na organizmy testowe, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na utrzymującą się toksyczność, która może stanowić realne zagrożenie dla środowiska podczas odprowadzania odcieków po oczyszczeniu. Pomimo, że oczyszczanie w miejscu powstawania może być dobrym rozwiązaniem, w dalszym ciągu najbardziej popularne pozostaje oczyszczanie wraz ze ściekami w oczyszczalniach komunalnych, gdzie jedną z najpopularniejszych i najszerzej stosowanych metod oczyszczania jest osad czynny. Dlatego dalsza część badań koncentrowała się na analizie biocenozy bakteryjnej osadu czynnego z oczyszczalni ścieków. Wykazano, że pochodzenie próbek (składowiska czynne i zamknięte) oraz sposób ich przetwarzania nie wpływają istotnie na skład biocenozy bakteryjnej osadu czynnego na wyższych poziomach taksonomicznych. Ponadto wyniki barwienia fluorescencyjnego LIVE/DEAD wykazały, że dodatek odcieku (surowego i po oczyszczeniu) nie wpłynął znacząco na błony komórkowe bakterii osadu czynnego, zaobserwowano nawet nieznaczną poprawę stanu osadów po zmieszaniu z odciekami z jednego ze składowisk. Na podstawie przeprowadzonych badań wskazano parametry, które mogą stanowić uzupełnienie obecnie prowadzonego monitoringu na składowiskach odpadów, ze względu na ich wyraźne zróżnicowanie i powszechne występowanie w odciekach składowiskowych. Jak wynika z przeprowadzonych badań, najbardziej odpowiednie do oceny jakości odcieków, oprócz analiz fizykochemicznych, były testy toksyczności oraz wskaźnik LPI, który sprawdził się również jako indykator toksyczności odcieków i okazał się przydatny w doborze metody oczyszczania. Zaproponowane podejście dotyczące kompleksowych badań jakości odcieków może pomóc w dokładniejszej ocenie ich zanieczyszczenia oraz doborze bardziej skutecznego sposobu unieszkodliwiania.

Słowa kluczowe: składowisko, odcieki, skład fizykochemiczny, toksyczność, biologiczne oczyszczanie, osad czynny

Selected properties of landfill leachate in terms of biological treatment

mgr inż. Aleksandra Wdowczyk

ABSTRACT

The research concerned changes in the properties of leachate from municipal landfills in terms of selected biological treatment processes. This topic is important due to the fact that leachate is a significant source of contamination of the water and soil environment related to waste disposal, and there is a small amount of comprehensive research in this area. Moreover, even after major changes in waste management and the closure of some landfills, the management of leachate from these facilities will continue to be a problem. Based on the literature review, the following research objectives were set: comprehensive assessment of the contamination and toxicity of leachate waters from municipal landfills at various stages of operation, determination of the degree of leachate contamination using the LPI indicator (Leachate Pollution Index) and the toxic effect, testing the effectiveness of the use of selected constructed wetlands systems for the treatment or pre-treatment of landfill leachate, evaluation of the effect of raw leachate and after treatment with *Phragmites australis* and *Ceratophyllum demersum L.* on the composition and condition of bacterial biocenosis of activated sludge (determined by sequencing of the new generation of NGS, with particular emphasis on nitrifiers) and activated sludge status (via LIVE / DEAD BacLight™ fluorescent staining).

The research was carried out on 5 research objects, i.e. 4 landfills for non-hazardous and neutral waste in Lower Silesia Voivodeship, at various stages of operation, and at a sewage treatment plant in Wrocław. On the basis of the conducted research, it was found that the quality of the leachate from landfills, determined on the basis of the physicochemical properties of the leachate, shows high variability. It was observed that for most of the analyzed parameters there are statistically significant differences between the values calculated for active and closed landfills. The presence of substances particularly harmful to the aquatic environment (e.g. ammonium nitrogen, chromium, copper), which may hinder their treatment, has been noted in the leachate. The toxicity of the leachate can also be an issue and may persist even after the treatment process is complete. The leachate from active landfills was characterized by acute toxicity, while the leachate from inactive landfills was mild to acute toxicity. The use of comprehensive monitoring including physicochemical analyzes and toxicity tests can help to make a more reliable assessment of the contamination status of the leachate and to assess the progress of decomposition of the accumulated waste. It would also be useful to use more universal indicators to assess the quality of the leachate. One of such tools for assessing the quality of leachate waters from different landfills, which significantly facilitates their quick comparison with each other (even with a different scope of analyzes performed), was the LPI index. The calculated values of the index showed

that the leachate from the tested landfills is characterized by low and average LPI values. In closed landfills this value ranged from 7.4 to 11.1, while in active landfills from 12.9 to 15.9. Phytotoxicity tests have shown that low concentrations of leachate can promote plant growth. At higher concentrations (50% and 100%), the leachate inhibited the growth of roots and shoots, which correlated with high LPI values. The applied division into subgroups of the LPI indicator allowed for a better definition and grouping of pollutants present in the leachate and turned out to be useful in the selection of the method of their treatment. The applied classification has shown that biological methods will be the best option for their purification. In addition, the obtained results confirmed the relationship between toxic effects on plants and LPI values, which makes it a reliable indicator of leachate toxicity. Due to the fact that the conducted evaluation showed that biological treatment of leachate would be the best treatment option, tests were carried out in constructed wetlands with *P.australis* and *C.demersum*. However, it was found that even after treatment, the leachate samples tested had a toxic effect on the test organisms, therefore special attention should be paid to persistent toxicity, which may present a real risk to the environment during the discharge of the leachate after treatment. Although treatment at the point of origin may be a good solution, treatment along with sewage in municipal sewage treatment plants is still the most popular, where one of the most popular and widely used treatment methods is activated sludge. Therefore, the further part of the research focused on the analysis of the bacterial biocenosis of activated sludge from sewage treatment plants. It was shown that the origin of the samples (active and closed landfills) and the method of their processing did not significantly affect the composition of the bacterial biocenosis of activated sludge at higher taxonomic levels. Moreover, the results of the LIVE / DEAD fluorescence staining showed that the addition of the effluent (raw and after treatment) did not significantly affect the cell membranes of the activated sludge bacteria, even a slight improvement of the sludge condition was observed after mixing with the leachate from one of the landfills. On the basis of the conducted research, parameters have been indicated that may supplement the current monitoring in landfills, due to their distinct differentiation and common occurrence in landfill leachate. As it results from the conducted research, the most suitable for the assessment of leachate quality, in addition to physicochemical analyzes, were the toxicity tests and the LPI indicator, which also proved to be an indicator of leachate toxicity and turned out to be useful in the selection of the treatment method. The proposed approach of comprehensive testing of the quality of leachate can help to more accurately assess its contamination and to select a more effective treatment option.

Keywords: landfill, leachate, physicochemical composition, toxicity, biological treatment, activated sludge