



Nastanak huminskih kiselina u procesu bioremedijacije naftnog zagađenja u sloju veštačkog zemljišnog supstrata Humic acids generation during bioremediation of oil pollution in a layer of artificial soil substrate

Jelena Avdalović,¹ Olga Božović², Srđan Miletić¹, Jelena Milić¹, Mila Ilić¹, Aleksandra Đurić², Vladimir Bešković²

¹Centar za hemiju-Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Njegoševa 12, Beograd,

²Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Studentski trg 12-16, Beograd, Srbija
(javalovic@chem.bg.ac.rs)



U ovom radu je ispitivana mogućnost nastanka huminskih kiselina kao i promene u njihovoj strukturi tokom procesa bioremedijacije naftnog zagađenja. Pojedini naučnici [1,2] smatraju da tokom biorazgradnje policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH) nastaju supstance slične huminskim, što je veoma značajno, s obzirom da huminske supstance predstavljaju jedan od ključnih elemenata kvaliteta zemljišta.

Opis eksperimenta: Praćenje procesa bioremedijacije kontaminanta iz naftne industrije je izvedeno u sloju veštačkog zemljišnog supstrata. Eksperiment se sastojao iz dve gomile (halde), pri čemu je masa svake halde iznosila oko 45 kg (pesak ~33,75 kg; piljevina ~3,75 kg; naftno zagađenje ~7,49 kg). Eksperiment bioremedijacije je trajao 170 dana.

- Halda I se sastojala iz peska, piljevine i zagađujuće supstance, nazvana je sirova halda i predstavlja kontrolu.
- Halda II (istog sastava kao i halda I) je dodatno aerisana, biostimulisana i inokulisana. Dodate količine azota, fosfora i kalijuma na početku eksperimenta su u skladu sa odnosom $C_{Org}:N_{Ukupni}:P_{Dostupni}:K_{Dostupni} = 100:10:1:0,1$. Reinokulacija mikroorganizama je rađena jednom mesečno, uz istovremeno intenzivno mešanje kako bi se stimulisala aeracija..

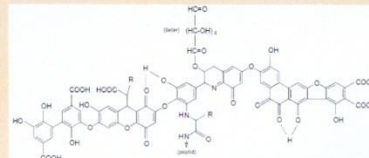
Hemijski pokazatelji procesa bioremedijacije

| Halda | Dan eksperimenta | TPH (g/kg s.s.) | % razgradnje TPH | Huminske kiseline (g/kg s.s.) |
|-------|------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
| I | 0. dan | 21,72 | | 3,23 |
| | 60. dan | 21,05 | 3,1 | 3,12 |
| | 120. dan | 20,39 | 6,1 | 2,97 |
| | 170. dan | 19,88 | 8,5 | 3,20 |
| II | 0. dan | 23,05 | | 3,22 |
| | 60. dan | 18,01 | 21,9 | 2,75 |
| | 120. dan | 13,74 | 40,4 | 3,35 |
| | 170. dan | 8,15 | 64,6 | 3,90 |

Izolovane huminske kiseline



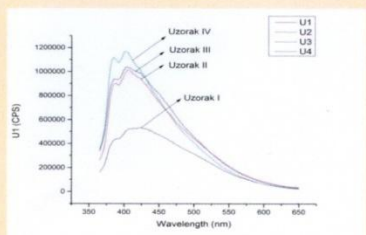
Hipotetički model strukture huminskih kiselina



Proces bioremedijacije je uspešno izveden u haldi II, pri čemu uočavamo značajno smanjenje TPH (ukupnih ugljovodonika nafte) u odnosu na početnu koncentraciju. Analizo huminskih kiselina iz halde II potvrđen je porast koncentracije huminskih kiselina nakon 170 dana eksperimenta za 21% u odnosu na početak eksperimenta.

Spektrofluorimetrijska analiza: analizirani su uzorci huminskih kiselina izolovani iz halde II i to 0. dana (Uzorak I), 60. dana (Uzorak II), 120. dana (Uzorak III), i 170. dana (Uzorak IV) procesa bioremedijacije. Uzorci su ekscitovani na 350 nm, a praćen je emisioni spektar u opsegu 365-650 nm.

Spektri uzoraka su prikazani na Slici 1.



Porast intenziteta fluorescencije koji se kreće od početnog ka krajnjem uzorku, može biti objašnjen porastom broja fluorofora u uzorku IV. Porast broja fluorofora ukazuje na porast broja aromatičnih struktura u uzorcima huminskih kiselina [3].

Rezultati ispitivanja bioremedijacije naftnog kontaminanta uz pomoć aktivnog konzorcijuma zimogenih mikroorganizama pokazuju, da paralelno sa biorazgradnjom naftnog zagađenja u ispitivanom uzorku dolazi ne samo do porasta sadržaja huminskih kiselina, već se dešava i promena u njihovoj strukturi. Porast aromatičnih struktura, ukazuje na to da se tokom procesa bioremedijacije stvara kompleksna polimerna struktura, analogna huminskim supstancama. Rezidualni materijal nakon degradacije nafte i njenih proizvoda ne predstavlja opasnost po životnu sredinu, već naprotiv doprinosi njenom poboljšanju.

Literatura

1. Stroud, J.L., Paton, G.I., Semple, K.T., 2007. *J. Appl. Microbiol.* 102, 1239–1253.
2. Ressler, B.P., Kneifel, H. Winter, *J. Appl. Microbiol. Biot.* 53 (1999) 85-91.
3. Klavins, M., Anson, L. *Ecol. Chem. Eng. S.* 17 (2010) 351-362.

