



# Biodegradacija motornog ulja

## Biodegradation of motor oil



S. Bulatović<sup>1</sup>, G. Gojčić-Cvijović<sup>2</sup>, V. P. Beškoski<sup>1</sup>, J. Avdaloović<sup>2</sup>, S. Miletić<sup>2</sup>, J. Milić<sup>2</sup>, M. Ilić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Studentski trg 12-16, Beograd, Srbija,

<sup>2</sup>Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju - Centar za hemiju, Njegoševa 12, Beograd, Srbija

<sup>1</sup>sandrulatovic1990@hotmail.com

### Uvod

Motorna ulja nove generacije sadrže visoke procenete, uglavnom nestabilnih i u vodi rastvornih, ugljovodnika (C16-C36), više od 75 % cikloalkana i malo policikličkih aromatičnih ugljovodnika, tzv. PAH (engl. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons), tako da u uslovima normalne upotrebe ne predstavljaju opasnost po životnu sredinu [1]. Međutim, korišćena motorna ulja sadrže veći procenat alifatičnih i aromatičnih ugljovodnika (C15-C50), azotovih i sumpornih jedinjenja, kao i metala (Mg, Ca, Zn, Pb itd.). Pored navedenih jedinjenja, prisustvo PAH (naftalena, benzo[a]pirena i antracena) je takođe očekivano. Samim tim ova ulja predstavljaju veliku opasnost po životnu sredinu jer su navedena jedinjenja, koja ulaze u njihov sastav, poznata kao mutageni i kancerogeni [1, 2].

Mehaničke metode za uklanjanje motornog ulja iz životne sredine (spaljivanje, termalna desorpcija, hemijska oksidacija, imobilizacija i ekstrakcija pomoću rastvarača) su skupe i dugotrajne, tako da se one uglavnom zamenjuju bioremedijacionom tehnologijom [3].

Bioremedijacija se smatra ne destruktivnom, isplativom i najpovoljnijom tehnologijom "čišćenja" životne sredine, koja ubrzava prirodan put biodegradacije zagađujućih supstanci kroz optimizaciju ograničavajućih uslova za njeno ostvarenje. Ovaj proces se zasniva na biološkoj degradaciji zagađujućih jedinjenja posredstvom mikroorganizama [4].

### Cilj

Cilj ovog eksperimenta je bio da se identifikuju bakterije izolovane iz aktivnog mulja postrojenja za preradu industrijskih otpadnih voda HIP Petrohemije u Pančevu, a potom i ispita njihova biodegradaciona aktivnost.

### Materijal i metode

Nakon molekularno/biološke identifikacije, PCR metodom (lančana reakcija polimeraze; engl. Polymerase Chain Reaction) za dve identifikovane bakterijske kulture ispitivana je biodegradaciona aktivnost, korišćenjem motornog ulja kao supstrata.

Bakterijske kulture, identifikovane u ovom radu, pripadaju rodovima *Lysinibacillus sp.* i *Rhodococcus sp.* Za ispitivanje biodegradacione aktivnosti izolovanih i identifikovanih bakterija, upotrebljena je mineralna podloga sa dodatim motornim uljem u koncentraciji 300 ppm.

Proces biodegradacije motornog ulja je zaustavljan na svakih 15 dana (u toku 45 dana) dodatkom 2 % HgCl<sub>2</sub> u uzorak, usled čega se zaustavlja rast i razvoj bakterija i ugljovodnici su ekstrahovani. Na osnovu koncentracije ekstrahovanog motornog ulja i poređenjem sa kontrolom, dobijen je uvid u biodegradacionu aktivnost bakterija. Na svakih 15 dana a pre dodavanja 2 % HgCl<sub>2</sub> u uzorke, određivan je broj mikroorganizama.

Stepen biodegradacije motornog ulja analiziran je primenom gasne hromatografije. Korišćen je gasni hromatograf Agilent 7890A, sa plamenojonizujućim, FID detektorom i kapilarnom kolonom TG-SMT (30 m x 0,25 mm ID x 0,25 µm df; temperaturni program: 80 °C, izotermaalno vreme 5 minuta, zagrevanje do 330 °C sa brzinom zagrevanja 10 °C/min). Kao noseći gas korišćen je vodonik sa brzinom protoka od 30 mL/min.

Rezultati gasne hromatografije potvrdili su biodegradacionu sposobnost bakterija koje su identifikovane u ovom radu. Ekstrakcijom motornog ulja iz analiziranih uzoraka nakon 15, odnosno 30 dana eksperimenta, ustanovljeno je smanjenje njegove koncentracije u odnosu na početak eksperimenta (300 ppm). Rast bakterija je ujedno i potvrda da su ugljovodnici motornog ulja koristile kao jedini izvor ugljenika.

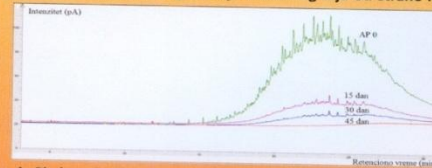
### Rezultati i diskusija

U tabeli 1. navedeni su rezultati biodegradacije motornog ulja, od strane različitih bakterija, u različitim vremenskim intervalima.

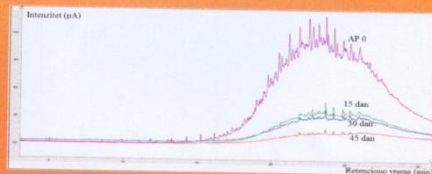
Tabela 1. Biodegradacija motornog ulja.

	15 dan	
	Pre prečišćavanja	Nakon prečišćavanja
Abiotička kontrola	14,3	13,1
<i>Lysinibacillus sp.</i>	16,4	9,5
<i>Rhodococcus sp.</i>	19,3	11,89
	30 dan	
	Pre prečišćavanja	Nakon prečišćavanja
Abiotička kontrola	9,9	7,9
<i>Lysinibacillus sp.</i>	7	5,3
<i>Rhodococcus sp.</i>	16,2	9,7
	45 dan	
	Pre prečišćavanja	Nakon prečišćavanja
Abiotička kontrola	8,8	5,5
<i>Lysinibacillus sp.</i>	1,9	0,5
<i>Rhodococcus sp.</i>	8,1	4,5

Na hromatogramima 1. i 2. prikazani su rezultati gasne hromatografije kojom je praćena efikasnost biodegradacije motornog ulja od strane različitih bakterija.



Hromatogram 1: Biodegradacija motornog ulja od strane *Lysinibacillus sp.* u različitim vremenskim intervalima.



Hromatogram 2: Biodegradacija motornog ulja od strane *Rhodococcus sp.* u različitim vremenskim intervalima.

### Zaključak

Efikasnost biodegradacije motornog ulja je veća kod soja koji pripada *Lysinibacillus sp.*, gde je nakon 45 dana ostalo 0,5 mg (1,67 %) ne degradovanog motornog ulja, dok je kod drugog soja, koji pripada *Rhodococcus sp.*, ostalo 4,5 mg (15 %) ne degradovanog motornog ulja. Ove podatke potvrđuju i rezultati gasne hromatografije.

### Literatura

1. Bhat, M.M., Shankar, S., Shikha, Yunus, M., Shukla, R.N., Adv. Appl. Sci. Res. 2 (2011) 321-326.
2. Obayori, O.S., Salam, L.B., Ogunwumi, O.S., J. Bioremed. Biodeg. 5 (2014), 1-7.
3. Battikhi, M.N., J. Microbiol. Exp. 1 (2014) 1-3.
4. Miletić, S., Dalmacija B., Rončević, S., Hydrocarbons, (Eds.) Kutcherov V., Kolesnikov, A., InTech, 2013., p. 43.