

Ignac Munjko i Damir Hegedić
CDO Zavod Birotehnika — Zagreb
INA — Organsko kemijska industrija — Zagreb

UTJECAJ NEKIH PETROKEMIKALIJA NA TLO I MIKROFLORU TLA

IZVOD

Ispitan je utjecaj nekih petrokemikalija na više vrsta tala i njihovu mikrofloru. Utvrđeno je, da većina petrokemikalija pokazuje promjenu koncentracije manju od 1⁰/₀, dok su nešto veće nađene kon n-pentana, i-pentana, fenola i toluena. Ove promjene su posljedica biorazgradnje ispitivanih petrokemikalija pomoću mikroflore tla. Potvrđeno je, da je jedino fenol toksičan za mikrofloru

ABSTRACT

The influence of many petrochemicals on many types of soils and their microflora is investigated. The most part of petrochemicals shows the change of the concentrations less than 1⁰/₀, while some greater ones are found at n-pentane, i-pentane, phenol, and toluene, so it is established. These changes are the consequence of the biodecomposition of the examined petrochemicals by the microflora of the soil. The only phenol is evidenced to be toxic for the microflora of the soil.

UVOD

Intenzivni razvoj industrijalizacije, urbanizacije i prometa izaziva porast zagađenja životne sredine. Uvijek postoji mogućnost propuštanja iz rezervoara i cjevovoda nafte i njezinih derivata, kao i prelijevanje kod transporta tekućih petrokemikalija (Belichenko 1973), tako da dolazi do zagađenja tla. Prirodno obnavljanje zemljišta zagađenog ugljikovodicima iz nafte može trajati i dulje od dvije godine (Odi 1977). Veće količine petrokemikalija

ne može razgraditi prisutna mikroflora, pa može doći do znatnog utjecaja na makrofloru i makrofaunu (Stanojević 1974) i zagađenja površinskih, a naročito podzemnih pitkih voda. Nađene su znatne koncentracije nižih ugljikovodika na udaljenostima do 1 km od mjesta zagađenja, kao što su industrijski objekti, skladišta i prometnice (Frohne i Schneider 1976). Zagađenja zraka nižim ugljikovodicima može dostići do 10 ppm (Kikuchi et al. 1975), a oni se mogu absorbirati u vodi i doći u tlo (Pitts et al. 1975). Ciklički, a osobito halogenirani ciklički ugljikovodici pokazuju karcinogeno djelovanje (Vranjican 1972, Sims et al. 1974) i posebice su opasna zagađenja životne sredine.

Poznato je, da su ugljikovodici i njihovi derivati jedini izvor ugljika za čitav niz mikroorganizama (Lebed i Miranov 1973, Campos de Alaniz i Solari 1973). Upravo prirodno obnavljanje zemljišta bazira na biorazgradnji pomoću mikroflora (Bobra et al. 1980, Mc Lee i Davies 1972). Neki spojevi dušika i fosfora (Fedorak i Westlake 1981) i neki teški metali (Pb) (Jensen 1977) imaju znatnog utjecaja na biorazgradnju ugljikovodika i njihovih derivata. Enzimatsko djelovanje kod biorazgradnje ugljikovodika i njihovih derivata je znatno (Van der Linden i Van Ravenswaay 1971), a poznata je sposobnost nekih mikroorganizama da enzimatskim reakcijama razgrađuju fenol (Pavletić et al. 1972).

U ovom radu ispitano je pojedinačno djelovanje nekih petrokemikalija na više vrsti tala i njihovu mikrofloru. Kemijskim i mikrobiološkim metodama je pokazano osobito djelovanje navedenih petrokemikalija na bakterijske kolonije prisutne u različitim vrsti zemljišta.

EKSPERIMENTALNI DIO

1. Materijali

Ispitivani uzorci petrokemikalija bili su slijedeći: etilbenzen, stiren, alfa-metilstiren, fenol, kumen (INA — Organsko kemijska industrija, Zagreb), pentan (INA — Naftaplin, Ivanić grad) i benzen, toluen (INA — Rafinerija, Sisak).

Upotrijebljene su slijedeće vrste tala: crnica (iz okolice Križevaca), crvenica (iz okolice Buje u Istri), ilovača (ciglana Križevci), glinasta-ilovača (INA — Organsko kemijska industrija, Zagreb) i aluvijalno tlo (lijeva obala Save kod Savskog mosta u Zagrebu). Uzorci tala uzimani su na dubini od 5 do 15 cm po sunčanom vremenu, jer se prodiranje nekih petrokemikalija kroz vlažno tlo produžuje 6-14 puta. Uzimani su također i uzorci vlažnih tala na istim lokacijama kao i predhodni.

Za mikrobiološka ispitivanja upotrijebljene su slijedeće podloge: hranljivi (Torlak), Čepak i Saburo agar.

2. Instrumentacija i metodika rada

Za ispitivanje utjecaja petrokemikalija na tlo i mikrofloru tla izradena je laboratorijska aparatura (sl. 1), koja se sastojala od staklene cijevi duljine 75 cm i promjera 3 cm. Na kraju cijevi nalazila se staklena vuna i mrežica, a cijev je bila ispunjena nave-



Sl. 1. Laboratorijski uređaj za ispitivanje utjecaja petrokemikalija na tlo

denom vrstom tla, do visine 50 cm. Kroz tako priređenu kolonu propušteno je po 100 ml prethodno navedenih petrokemikalija, koje su zatim skupljene u erlenmayer tikvice.

Određivana je brzina prodiranja pojedinih petrokemikalija kroz ispitivana tala na taj način, da su izmjerena vremena od momenta propuštanja petrokemikalija kroz kolonu do pojave prve kapi na kraju kolone.

Nadalje je određivan postotak absorpcije petrokemikalija za pojedino tlo iz razlike količina ispitivanih petrokemikalija.

Za određivanje pH vrijednosti bila je načinjena suspenzija od 10 g tla u 25 ml destilirane vode i nakon stajanja od 20 min. uz povremeno miješanje, izmjerena je pH vrijednost na pH-metru,

Beckman, Expandomatic SS-2. Uzorci tala uzimani su iz priredene kolone na slijedeća tri nivoa: 10, 25 i 45 cm od površine nivoa tla u koloni. Mjerenja su načinjena prije i nakon propuštanja petrokemikalija.

Kromatografska analiza pojedinih petrokemikalija izvršena je prije i nakon propuštanja istipivanih petrokemikalija kroz prethodno priredene kolone pojedinih vrsti tla na Varian-Aerography M-1440. Upotrijebljena količina petrokemikalija za kromatografska određivanja iznosila je 2 mikrograma, a pritom je korištena neopentil glikol adipad kromatografska kolona, kod 80°C, uz dušik kao plan nosilac.

Za mikrobiološka određivanja uzeto je 1 g određenog tla u već opisana tri nivoa mjerne kolone i načinjena je suspenzija u 10 ml fiziološke otopine. Prethodno je kroz ispitivanu vrstu tla nekoliko puta propuštena određena vrsta petrokemikalija u vremenu od 3-4 dana. Priređena suspenzija nasadiavana je na prethodno opisane vrsti podloga i nakon 48 sati inkubacije kod 37°C za hranljivi agar, 28°C za Čepak agar i 20°C za Saburo agar, a zatim je izvršeno brojenje bakterijskih kolonija. Istovremeno je određivana pH vrijednost tla prije i nakon propuštanja petrokemikalija, na način kako je to prije opisano. Sva mjerenja su izvršena na sobnoj temperaturi.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prodiranje heksaklorana kroz plodno tlo pod laboratorijskim uvjetima, već su prije ispitivali (Kozhina et al. 1971). Prijašnja naša istraživanja (Nemet i Munjko 1978) izvršena su sa smjesama petrokemikalija na istim vrstima tala, kao i u ovom radu.

Plinsko-kromatografska određivanja koncentracija ispitivanih petrokemikalijama u ovom radu prije i nakon prolaza kroz određenu vrstu tla, dani su na tab. 1. Apsolutne veličine koncentracija većine petrokemikalija ovisno o vrsti tla pokazivale su povećanje ili smanjenje manje od 1%. Nađeno je povećanje koncentracije fenola u svim medijima, a maksimalno u zemlji crvenici od 1.42%, a n-pentana u zemlji crnici 5.44%, ali i smanjenje u ilovači od 0.17%. Smanjenje koncentracije u svim ispitivanim medijima pokazivali su i-pentan, toulen i kumein, a maksimalno smanjenje i-pentana u zemlji crnici iznosi 4.52%, toluena u glinastoj ilovači 1.17% i kumena u zemlji crvenici 1.05%. Uzevši u obzir relativne promjene koncentracija ispitivanih petrokemikalijama nakon prolaza kroz pojedina tla (tab. 2) vidi se da relativno smanjenje koncentracije nekih petrokemikalija (benzen, toulen, etilbenzen, alfa-metilstiren i kumen) ili povećanje (stiren) raste ovisno o apsolutnoj koncentraciji ispitivanog uzorka petrokemikalije. Poznato je, da je kod niskih koncentracija petrokemikalija moguća bio-

Tab. 1. Sadržaj petrokemikalija prije i nakon prolaza kroz određenu vrstu tla

Vrsta petrokemikalija	Sastav i koncentracija petrokemikalija prije prolaza kroz tlo (°/°)*	Koncentracija petrokemikalija nakon prolaza kroz tlo (°/°)				
		Crn.	Cv.	Gl-il	Il.	Al.**
Pentan	C3-0.02	—	—	trag	trag	—
	i-C4-0.05	—	—	0.07	0.02	—
	n-C4-0.29	0.14	—	0.20	0.21	—
	i-C5-37.97	33.45	—	36.45	37.62	—
	n-C5-60.97	66.41	—	63.28	60.80	—
	C2-0.7	—	—	—	0.04	—
Benzen	B-99.95	99.97	99.90	99.95	99.72	99.64
	LCH-0.03	0.02	0.06	0.02	0.02	0.04
Toluen	T-98.0	97.20	—	96.93	97.98	98.00
	B-0.39	0.11	—	0.18	0.30	0.13
	EB-0.61	0.44	—	0.57	0.54	0.25
	S-0.90	1.13	—	0.92	0.90	1.38
Etilbenzen	EB-97.25	97.22	97.00	97.79	97.10	97.06
	S-2.65	2.73	2.64	2.10	2.65	2.67
	T-0.10	0.01	0.04	0.10	0.13	0.14
Stiren	S-99.93	99.94	99.89	99.95	99.98	99.98
	EB-0.02	0.01	0.07	0.01	0.01	0.01
Alfa-metilstiren	AMS-98.80	98.10	98.30	98.72	98.10	98.31
	MO-0.60	0.51	0.56	0.60	0.60	0.41
	K-0.59	0.42	0.57	0.58	0.58	0.33
	AP-0.01	0.01	trag	0.01	0.01	trag
Fenol	F-96.76	96.93	98.20	97.61	97.19	97.85
	MO-0.36	0.87	0.35	0.50	0.40	0.43
	K-1.43	0.38	0.63	0.26	0.31	0.65
	AMS-0.32	0.11	0.30	0.46	0.27	0.21
	LCH-0.23	0.26	0.17	0.17	0.16	0.33
	AP-0.80	0.85	0.34	0.66	0.73	0.41
Kumén	K-99.79	99.69	98.74	99.69	99.95	99.31
	T-0.14	0.11	0.07	0.11	0.02	0.13
	EB-0.02	0.06	0.03	0.07	0.01	0.02
	BB-0.05	0.13	0.96	0.11	0.01	0.09

* AP — acetofenon, AMS — alfa-metilstiren, B — benzen, BB — butilbenzen, EB — etilbenzen, F — fenol, K — kumen, LCH — laki ugljikovodici, MO — mezitil, oksid, S — stiren, T — toluen.

** Crn. — crnica, Cv. — crvenica, Gl-il. — glinasta ilovača, Il. — ilovača, Al. — aluvijalno tlo.

Tab. 2. Relativne promjene koncentracija petrokemikalija nakon prolaza kroz određenu vrstu tla

Vrsta petrokemikalija	Sastav i koncentracija petrokemikalija prije prolaza kroz tlo (%)*	Relativne promjene koncentracija petrokemikalija nakon prolaza kroz tlo (%)**				
		Crn.	Cv.	Gl-il.	Il.	Al.***
Pentan	i-C4-0.05	—	—	+40.0	-60.0	—
	n-C4-0.29	-51.7	—	-31.0	-27.6	—
	i-C5-37.97	-12.2	—	-4.1	-0.9	—
	n-C5-60.97	+8.9	—	+3.8	-0.3	—
	C2-0.7	—	—	—	-94.3	—
Benzen	B-99.95	+0.02	-0.05	0	-0.2	-0.3
	LCH-0.03	-33.0	+100.0	-33.0	-33.0	-33.0
Toluen	T-98.0	-0.8	—	-1.1	-0.02	0
	B-0.39	-71.8	—	-53.8	-23.1	-66.7
	EB-0.61	-27.9	—	-6.6	-11.5	-59.0
	S-0.90	+23.6	—	+2.2	0	+53.3
Etilbenzen	EB-97.25	-0.7	-0.3	+0.6	-0.2	-0.2
	S-2.65	+3.0	-0.4	-20.8	0	+0.8
	T-0.10	-90.0	-60.0	0	+30.0	+40.0
Stiren	S-99.93	+0.01	-0.04	+0.02	+0.05	+0.05
	EB-0.02	-50.0	+250.0	-50.0	-50.0	-50.0
Alfa-metilstiren	AMS-98.80	-0.7	-0.5	-0.08	-0.7	-0.5
	MO-0.60	-15.0	-6.7	0	0	-31.7
	K-0.59	-28.8	-3.4	-1.7	-1.7	-44.1
	AP-0.01	0	—	0	0	—
Fenol	F-96.76	+0.2	+1.5	+0.9	+0.5	+1.1
	MO-0.36	+41.6	-2.8	+38.9	+11.1	+19.4
	K-1.43	-73.4	-55.9	-81.8	-78.3	-45.3
	AMS-0.32	-65.8	-6.3	+43.8	-15.6	-34.3
	LCH-0.23	+13.0	-26.1	-26.1	-30.4	+43.4
	AP-0.80	+6.3	-57.5	-17.5	-8.8	-48.9
Kumen	K-99.79	-0.1	-1.1	-0.1	+0.2	-0.5
	T-0.14	-21.4	-50.0	-21.4	-85.7	-7.1
	EB-0.02	+200.0	+50.0	+250.0	-50.0	0
	BB-0.05	+160.0	+1820.0	+120.0	-80.0	+80.0

* AP — acetofenon, AMS — alfa-metilstiren, B — benzen, BB — butilbenzen, EB — etilbenzen, F — fenol, K — kumen, LCH — lakš ugljikovodici, MO — mezitil oksid, S — stiren, T — toluen.

** (+) povećanje rel. konc., (—) smanjenje rel. konc.

*** Crn. — crnica, Cv. — crvenica, Gl.-il. — glinasta ilovača, Il. — ilovača, Al. — aluvijalno tlo.

Tab. 3. pH vrijednosti tla prije i nakon djelovanja petrokemikalija

Petrokemikalije	pH vrijednosti prije i nakon prolaza petrokemikalija				
	Vrsta tla				
	Crnica	Crvenica	Ilovača	Glinasta- -ilovača	Aluvijalno tlo
Pentan	6.2—5.6	6.3—	5.0—4.4	8.3—7.9	8.1—7.8
Benzen	6.2—4.9	6.3—5.9	5.0—5.7	8.3—8.2	8.1—8.0
Toulen	6.2—7.4	—	5.0—5.5	8.3—8.1	8.1—7.9
Etilbenzen	6.2—5.6	6.3—6.4	5.0—6.5	8.3—7.7	8.1—8.0
Stiren	6.2—5.5	6.3—5.6	5.0—5.5	8.3—8.2	8.1—7.9
Alfa-metilstiren	6.2—4.1	6.3—4.8	5.0—4.7	8.3—6.6	8.1—7.3
Fenol	6.2—5.4	6.3—5.0	5.0—4.3	8.3—6.7	8.1—6.9
Kumen	6.2—5.2	6.3—6.1	5.0—6.8	8.3—7.5	8.1—8.0

razgradnja, a da pritom ne dolazi do trovanja mikroflora, a upravo na to ukazuju prethodno navedeni rezultati kromatografskih mjerenja. Neke petrokemikalije (kumen, butilbenzen) pokazuju relativno visoki prirast (tab. 2), a mogu nastati kao produkti biorazgradnje organskih tvari u zemlji. Slično tumačenje može se primijeniti za nešto veće apsolutno povećanje koncentracije fenola (tab. 1) prigodom prolaska kroz pojedina tla.

Petrokemikalije znatno mijenjaju pH tla, a time i bioprocese u tlu (tab. 3), tako da nakon djelovanja petrokemikalija prosječna promjena pH kiselina tala iznosi 0.8 pH jedinice, dok je kod bazičnih tala nešto niža i iznosi 0.6 pH jedinice.

Tab. 4. Vrijeme prodiranja i % absorbiranih petrokemikalija kroz suho tlo

Vrsta petrokemikalija	Vrsta tla (prodiranje u min. (P); absorpcija u % (A))									
	Crnica		Crvenica		Glinasta- -ilovača		Ilovača		Aluvijalno tlo	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
Pentan	6	95	—	—	5	75	2	80	4	75
Benzen	8	85	2	37	23	85	3	70	10	58
Toulen	5	40	—	—	12	60	8	65	5	57
Etilbenzen	13	75	2	80	35	95	4	75	11	52
Stiren	6	80	3	55	11	85	7	60	6	49
Alfa-metilstiren	5	88	30	80	32	90	40	85	90	95
Fenol	720	97	8	65	360	95	40	70	240	95
Kumen	8	82	2	40	30	82	3	76	13	60

Naša mjerenja pokazuju, da je brzina prodiranja nekih petrokemikalija (alfa-metilstiren) kroz suha tala (tab. 4) 6-14 puta veća nego kroz vlažna tala (tab. 5), pa to utječe na apsorpciju petrokemikalija u pojedine vrste tla, a svakako i na zagađenje podzemnih i površinskih voda. Prodiranje tekućih petrokemikalija kroz tlo, uz utjecaj što ga ima pojedina vrsta tla, ne može se zanemariti ni djelovanje gravitacije, kapilariteta i eventualnih nadpritisaka u tlu. Općenito je poznato, da je brzina prodiranja tekućih petroke-

Tab. 5. Vrijeme prodiranja i % absorbiranog alfa-metilstirena u tlu i oslobođenje vode tokom prodiranja alfa-metilstirena kroz tlo

Vrsta tla	Vrijeme prodiranja alfa-metilstirena kroz tlo (min.)	Volumen vode (ml)	Apsorbirani alfa-metilstiren u tlu (%)
Crnica	50	33	50
Crvenica	420	12	54
Glinasta-ilovača	400	12	44
Ilovača	564	40	64
Aluvijalno tlo	565	20	45

mikalija obrnuto proporcionalna njihovu viskozitetu (Meiner 1958). Mehanizam gibanja tekućih petrokemikalija kroz vlažno tlo nije tako jednostavan, jer u sistemu postoje tri faze: tlo kao kruta, petrokemikalije i voda kao tekuća i zrak kao plinovita faza pri čemu dolazi do kompliciranih graničnih površinskih napona, te hidrološke i fizikalne komponente (količina vode, brzina toka, temperatura, topljivost, pH, vrsta tla i drugo) (Zimmermann et al. 1964).

Tab. 6. Određivanja ukupnog broja bakterijskih kolonijana na više vrsta hranljivih podloga

Vrsta tla/petrokemikalija	Vrsta podloge					
	Hranjivi agar		Čapek agar		Saburo agar	
	Uk.	br. kol.*	Uk.	br. kol.*	Uk.	br. kol.*
Crnica —	69	860	14	230	54	323
Cr. — pentan	27	390	8	576	71	595
Cr. — benzen	23	193	32	380	4	640
Cr. — toluen	11	767	25	166	4	478
Cr. — etilbenzen	3	32	7	170	6	130
Cr. — stiren	17	230	15	375	13	276
Cr. — alfa-metilstiren	9	167	15	256	7	150
Cr. — fenol	0	0	0	0	0	0

Cr. — kumen	123	173	3	190	32	385
Crvenica —	460	810	64	320	350	800
Cv. — benzen	64	2804	12	1720	384	1730
Cv. — etilbenzen	288	3450	6	2304	460	2310
Cv. — stiren	3	2300	19	450	3	548
Cv. — alfa-metilstiren	13	345	13	20	9	320
Cv. — fenol	0	0.6	0	0	0.1	0.25
Cv. — kumen	5	256	5	530	13	128
Glinasta-ilovača —	230	1325	289	1900	57	200
Gl-il. — pentan	1	148	13	330	24	2496
Gl-il. — benzen	14	260	19	320	5	640
Gl-il. — toluen	8	669	38	640	26	450
Gl-il. — etilbenzen	9	580	13	1800	32	400
Gl-il. — stiren	21	2899	17	580	15	7661
Gl-il. — alfa-metilstir.	13	325	43	359	46	6105
Gl-il. — fenol	0	0.1	0	12.8	0	0.5
Gl-il. — kumen	26	2600	40	200	52	2880
Ilovača —	144	2560	231	3200	248	2310
Il. — pantan	22	5760	2	60	32	2304
Il. — benzen	19	4608	3	128	13	240
Il. — toluen	4	211	17	166	9	193
Il. — etilbenzen	2	403	12	130	39	580
Il. — stiren	12	4224	3	179	13	580
Il. — alfa-metilstiren	8	4672	17	596	15	260
Il. — fenol	0	0	0	0.01	0.1	0.9
Il. — kumen	3	256	13	192	26	320
Aluvijadno tlo —	766	4225	32	350	460	8064
Al. — pentan	2	763	19	64	2	200
Al. — benzen	52	2856	19	1738	45	5120
Al. — toluen	33	3052	7	20	38	3053
Al. — etilbenzen	430	5000	3	200	7	346
Al. — stiren	53	1152	3	320	54	2310
Al. — alfa-metilstiren	3	256	17	1740	46	256
Al. — fenol	2.4	128	0	0.1	2.4	290
Al. — kumen	230	1800	4	192	7	346

* u g \times 1000

Bakteriološka su ispitivanja (tab. 6) pokazala, da mikroflora svih ispitivanih tala relativno dobro podnosi petrokemikalije. Čak uz prisutnost benzena, pentana i alfa-metilstirena pokazuje stano-
vito povećanje u nekim medijima, što znači da ugljik navedenih petrokemikalija troši za svoju ishranu. Prisutnost 96% fenola praktički sterilizira i ono malo mikroorganizama, koji mogu živjeti u tako zagađenom tlu, a uglavnom su sporogene bakterije i plijesni.

ZAKLJUČAK

Ispitan je utjecaj pentana, benzena, toluena, etilbenzena, stirena, alfa-metilstirena, fenola i kumena na zemlju crnicu, crvenicu, glinastu-ilovaču, ilovaču i aluvijalno tlo i njihovu mikrofloru.

Kemijska mjerenja su pokazala, da većina petrokemikalija pokazuje promjene koncentracija manje od 1%. Maksimalno povećanje koncentracija je nađeno kod n-pentana u crnici od 5.44% i fenola u crvenici od 1.42%, a smanjenje kod i-pentana u crnici od 4.52% i toluena u glinastoj-ilovači od 1.05%. Ove promjene su posljedica biorazgradnje petrokemikalija pomoću prisutne mikroflore i produkata njihova metabolizma. Smanjenjem ispitivane koncentracije pojedinih petrokemikalija jako se povećava njihova biorazgradnja.

Prisutnost petrokemikalija u različitim zemljištima u ispitivanim granicama mijenja pH i to nešto više u kiselim zemljištima.

Mikrobiološka određivanja su pokazala, da je jedino fenol toksičan za mikrofloru tla.

Prisutna vlaga u zemljištu 6-14 puta smanjuje brzinu prodiranja nekih petrokemikalija (alfa-metilstiren) kroz tlo, tako da i znatno utječe na zagađenje tla i podzemnih voda.

LITERATURA

- Belichenko, I. P. (1973): Ovozmeščenii uščerba ot zagrjaznenija naft'ju. Rybnoehozj., 53(1), 39-41.
- Odu, C. T. I. (1977): Microbiology of soils contaminated with petroleum hydrocarbons. II. Natural rehabilitation on reclamation of soils affected. Inst. Pet. (Tech. Pap.) IP77-002, 21 pp.
- Stanojević, M. (1973): Sanitarno stanje i kvaliteta vodotoka. Bilten JDZV, 6(20) 8-10.
- Frohne, H. C., Schneider, W. (1976): Comparison of hydrocarbon emissions in close and distant industrial areas. VDI-Ber., 270, 83-91.
- Kikuchi, T., Yagi, J., Goto, T. (1975): (Air pollution with) hydrocarbons evolved from petroleum storage area. I. Miyagi-kem. Kagai Gijutsu Senta Hokoku, 4, 26-28.
- Pitts, J. N., Lhoyd, A. C., Sprung, J. L. (1975): Ecology energy and economic. Chemistry in Britain, 11(7), 247-256.
- Vranjican, D. (1972): Defektivna biokataliza kao uzrok karcinogenog stanja. Kem. Ind. (Zagreb), 21(5), 333-338.
- Sims, P., Grover, P. L., Swaisland, A., Pal, K., Hewer, A. (1974): Metabolic activation of benzo(a) pyrene proceeds by a diol-epoxide. Nature (London), 252(5481), 326-328.
- Lebed, A. A., Mironov, O. G. (1973): Hydrocarbon-oxidizing microorganism from some regions of the Atlantic ocean. Microbiol. Zh. (Kiev), 35(3), 285-287.

- Campos de Alaniz, J. D., Solari, A. A. (1973): Use of hydrocarbons as the only source of carbon in *Pseudomona aeruginosa*. *Bioquin. Clin.*, 6(1), 37-45.
- Bobra, A. M., Clark, A. G., Brown, J. R. (1980): Bacterial degradation of crude oil components in pure and mixed system. *Environ. Sci. Res.*, 16, 521-530.
- Mc Lee, A. G., Davies, S. L. (1972): Linear growth of a *Torulopsis* species on n-alkanes. *Can. J. Microbiol.*, 18(3), 315-319.
- Fedorak, P. M., Westlake, D. W. S. (1981): Degradation aromatics and saturates in crude oil by soil enrichments. *Water, Air, Soil Pollut.*, 16(3), 367-375.
- Jensen, V. (1977): Effect of lead on biodegradation of hydrocarbons in soil. *Oikos*, 28(2-3), 220-224.
- Van der Linden, A. C., Van Ravenswaay — Claassen, J. C. (1971): Microbiological processes in the dissimilation of hydrocarbons. *Chem. Weekbl.*, 67(38), 9-13.
- Pavletić, Z., Munjko, I., Stilić, B., Džingov, A. (1972): Preživljavanje actinomiceta na višim koncentracijama fenola. *Acta Bot. Croat.*, 31, 123-127.
- Kozhinova, L. A., Grigor'eva, T. I., Yurasova, O. J. (1971): Experimental data on the penetration of hexachlorane into soil. *Gig. Sanit.*, 36(11), 47-49.
- Nemet, Z., Munjko, I. (1978): Utjecaj nekih smjesa petrokemijskih proizvoda na mikrofloru tla. *Hem. Ind. (Beograd)*, 32(1), 36-46.
- Meiner, K. (1958): Beobachtung und Betrachtungen zur einer ölverunreinigungen des Untergrundes. *Gas. Ing.*, 1, 18-20.
- Zimmermann, G., Krieger, H. (1964): Experimentale Untersuchungen über die Verschmutzung von Grundwasser durch Mineralölprodukte. *G. W. G.*, 105(38), 110-114.

Summary

INVESTIGATION OF INFLUENCE OF SOME PETRO-CHEMICALS ON SOIL AND MICROFLORA OF SOIL

Ignac Munjko and Damir Hegedić

CCE — Department Bureau-technic, Zagreb

INA — Organic Chemical Industry, Zagreb

The influence of pentane, benzene, toluene, ethylbenzene, alfa-methylstyrene, styrene, phenol, and cumene on the black soil red soil, clayish loam, potter's clay, and alluvium soil is investigated. The chemical measurements evidence, that more petrochemicals show the change of the concentration less than 1%. The maximal increasing of the concentration is found at n-pentane in black soil to 5.44%, and phenol in red soil to 1.42%, and the decreasing of the concentration at i-pentane in black soil to 4.52%.

and toluene in clayish loam to 1.05%. These changes are a consequence of the biodecomposition of petrochemicals by the present microflora, and the products of their metabolism. By the decreasing of investigated concentration of petrochemicals, is being highly increased the biodecomposition.

The presence of petrochemicals in the different soils in the examined limit, changes the pH more does so in the acid soils.

The microbiological measurements make evident, that only phenol is toxic for the microflora of the soil.

The presence of moisture in the soil 6-14 times decreases the speed of the penetration of some petrochemicals (alfa-methylstyrene) through soil, so that it considerably influences on the pollution of soil and of the underground waters.