

**MIKROBIOLOŠKE I OSNOVNE AGROHEMIJSKE OSOBINE ZEMLJIŠTA U
BLIZINI SMEDEREVSKE ŽELEZARE
MICROBIOLOGICAL AND BASIC AGROCHEMICAL PROPERTIES OF THE
SOIL NEAR THE IRON MILL IN THE CITY OF SMEDEREVO**

Nataša RASULIĆ¹, Dušica DELIĆ¹, Dragan ČAKMAK², Olivera STAJKOVIĆ-SRBINOVIĆ¹,
Đorđe KUZMANOVIĆ¹, Aneta BUNTIĆ¹, Biljana SIKIRIĆ¹

¹Institut za zemljište, Teodora Drajzera 7, 11000, Beograd, Srbija

² Institut za Bioloska Istrazivanja "Sinisa Stankovic", Univerziteta u Beogradu, Bul. Despota Stefana
142, 11060 Beograd, Srbia

IZVOD

ABSTRACT

U Institutu za zemljište u Beogradu su u 2015. godini izvršene agrohemijske i mikrobiološke analize zemljišta iz neposredne blizine smederevske železare da bi se ustanovio negativan uticaj iste na kvalitet zemljišta. Otvoreno je 14 profila i poluprofila i uzeti su uzorci iz površinskog sloja. Izvršene su agrohemijske i mikrobiološke analize uzetih uzoraka. Utvrđena je mala biogenost analiziranih uzoraka koja je, u najvećem broju slučajeva bila manja u neposrednoj blizini železare, dok je na većoj udaljenosti broj mikroorganizama bio veći. Što se tiče agrohemijskih karakteristika ispitivanog zemljišta, ustanovljen je srednji do visok sadržaj humusa, slabo kisela do neutralna reakcija, dobra obezbeđenost lako pristupačnim fosforom i visoka obezbeđenost lako pristupačnim kalijumom.

Ključne reči: biogenost, železara, zagađenost

UVOD

INTRODUCTION

Mikroorganizmi su najznačajnija biološka komponenta zemljišta jer svojim enzimatskim sistemima aktivno učestvuju u procesima razgradnje organske materije, sintezi humusa i stvaranju pristupačnih biljnih asimilativa (Milošević *et al.*, 2003). Tolerantnost mikroorganizama na pesticide i teške metale omogućava da se pojedini rodovi i vrste koriste u bioremedijaciji zemljišta. Pored toga, u rizosferi žive bakterije koje koloniziraju koren biljaka

i pospešuju biljni rast (PGPR) tako što sintetišu određene supstance korisne za biljke, olakšavaju usvajanje određenih hraniva iz zemljišta i štite biljke od bolesti (Glick, 1995, Zahir *et al.* 2004, Cakmakci *et al.*, 2006). Brojnost pojedinih grupa mikroorganizama se koristi kao jedan od pokazatelja opšte mikrobiološke aktivnosti i potencijalne plodnosti zemljišta. Mala brojnost pojedinih grupa mikroorganizama (npr. azotofiksatora) upućuje na smanjenu biogenost, odnosno plodnost zemljišta (Milošević, 2008). Svaki tip zemljišta ima svoju karakterističnu mikrobiocenuzu, a način korišćenja zemljišta može uticati pozitivno ili negativno na mikrobiološku aktivnost, što se neposredno odražava i na plodnost zemljišta (Tintor *et al.*, 2009). Brojnost i enzimatska aktivnost mikroorganizama su najveće u površinskom sloju zemljišta, u fazi intenzivnog rasta biljaka dok se na kraju vegetacionog perioda brojnost i enzimatska aktivnost mikroorganizama smanjuju. Brojnost mikroorganizama u zemljištu zavisi i od prisustva i prirode organske materije, načina obrade, đubrenja, biljnog pokrivača i niza abiotičkih faktora kao što su pH, temperatura, vlažnost zemljišta, prisustvo teških metala, pesticida i drugih štetnih materija, (Jemcević i Đukić, 2000). Utvrđeno je da su fizičko-hemijske karakteristike zemljišta najvažnije svojstvo koje utiče na broj i aktivnost mikroorganizama, (Marinković *et al.*, 2008). U zemljištu su kvantitativno najzastupljenije bakterije, aktinomicete, a zatim slede predstavnici gljiva, algi i protozoa.

Jedan od najopasnijih zagađivača zemljišta predstavljaju teški metali. Oni bitno utiču na broj, sastav vrsta i životnu aktivnost zemljišnih mikroorganizama, inhibiraju procese mineralizacije i sinteze različitih supstanci u zemljištu, suzbijaju disanje, imaju mikrobistatički efekat i mogu imati mutageno dejstvo (Roanne and Pepper, 2000). Osnovni razlozi za to što se teški metali smatraju jednim od glavnih zagađivača zemljišta su njihov ogroman uticaj na ekološku ravnotežu (Sastre *et al.*, 2002), kao i njihova relativno jaka veza sa zemljišnim česticama i slaba pokretljivost koja onemogućava njihovo uklanjanje (Sieghardt *et al.*, 2005). Iako je glavni izvor teških metala geološki supstrat (Ross, 1994), u zemljištima industrijskih zona njihov uticaj se još usložnjava usled različitog porekla nanošenih novih materijala, mešanja i različite upotrebe takvih zemljišta (Paterson *et al.*, 1998). Jedan od aspekata ugrožavanja okoline industrijskih zona je emisija teških metala, bilo da su oni cilj određene industrije ili posledica tehnoloških procesa. Odabir lokacije na kojoj će se vršiti istraživanje uticaja industrijskih zona zahteva posebnu pažnju. Jednu od najinteresantnijih lokacija predstavlja okolina železare u Smederevu. U okolini železare ne postoji prirodno zagađenje teškim metalima, već sva moguća zagađenja potiču iz procesa proizvodnje čelika. Period

izloženosti polutantima je dugačak imajući u vidu da je železara puštena u pogon 1913. godine. Područja istraživanja su bila u koncentričnim krugovima do tri kilometra od spoljnog prstena železare

Polazeći od navedenog, ispitane su mikrobiološke i agrohemijske osobine područja oko železare u Smederevu. Utvrđena je brojnost osnovnih funkcionalnih i fizioloških grupa mikroorganizama koja ukazuje na opštu biogenost, a time i na plodnost zemljišta. Analizirani su uzorci uzeti iz površinskog sloja 14 profila i poluprofila zemljišta otvorenih na različitoj udaljenosti od železare.

MATERIJAL I METODE

MATERIALS AND METHODS

Brojnost mikroorganizama je najveća u površinskom sloju zemljišta, (Marinković *et al.*, 2008) , zbog čega su uzorci zemljišta sa odabranih 14 lokaliteta za mikrobiološke analize uzeti aseptično sa dubine od 0-25cm. U pripremljenim uzorcima su izvršene sledeće agrohemijske analize: pH u H₂O, sadržaj humusa i lako pristupačni oblici fosfora i kalijuma Al- metodom (Rhiem, 1958).

Osnovni parametri za ocenu biogenosti zemljišta su bili: ukupna mikroflora, ukupan broj gljivica, aktinomiceta, amonifikatora, azotobaktera i slobodnih azotofiksatora. Brojnost mikroorganizama je utvrđena standardnim mikrobiološkim metodama zasejavanja određene količine suspenzije zemljišta na odgovarajuće hranljive podloge korišćenjem decimalnih razređenja (10^{-1} - 10^{-8}), (Pochon and Tardieux, 1962). Brojnost ukupne mikroflore je određena na agarizovanom zemljišnom ekstraktu, gljivica na podlozi Chapek, aktinomiceta na sintetičkom agaru sa saharozom po Krasiljnikovu, amonifikatora na tečnoj podlozi sa asparaginom kao izvorom azota, azotobaktera na tečnoj bezazotnoj podlozi sa manitom po Chan-u i slobodnih azotofiksatora na podlozi po Fjodorovu.

REZULTATI I DISKUSIJA

RESULTS AND DISCUSSIONS

Reakcija ispitivanog zemljišta se kretala od slabo kisele do neutralne, što deluje povoljno na broj i aktivnost zemljišnih mikroorganizama. Sadržaj humusa je bio u najvećem broju uzoraka srednji do visok, što je takođe povoljno s gledišta broja i aktivnosti zemljišne mikroflore. Sadržaj lako pristupačnog fosfora je bio vrlo neujednačen i kretao se od vrlo niskog do visokog.

Što se tiče obezbeđenosti lako pristupačnim kalijumom, u najvećem broju uzoraka je bila visoka.

Табела 1. Osnovne agrohemijske osobine ispitivanog zemljišta

Table 1. Basic agrochemical properties of studied soils

Profil i poluprofil	pH u H ₂ O	Humus %	P ₂ O ₅ mg 100g ⁻¹	K ₂ O mg 100g ⁻¹
P1	7,1	2,68	8,59	25,95
P2	6,5	2,56	1,99	18,62
P3	7,4	5,63	7,76	25,95
P4	6,3	3,17	6,14	25,95
PP1	7,1	7,30	8,83	27,92
PP2	7,2	2,93	27,29	29,9
PP3	7,9	2,94	16,05	27,13
PP4	7,2	3,66	49,68	40
PP5	7	2,90	3,86	18,62
PP6	6,8	3,05	11,65	22,06
PP7	7,2	3,02	21,94	20,91
PP8	7,5	4,48	78,86	40
PP9	7,2	3,31	46,27	30,69
PP10	6,4	11,40	15,04	40

Табела 2. Broj mikroorganizama po gramu apsolutno suvog zemljišta

Table 2. Number of microorganisms per gram of absolutely dry soil

Profil i poluprofil	Ukupna mikrofl.ora (x10 ⁶)	Aktinomicete (x10 ⁴)	Gljive (x10 ⁴)	Amonifikatori (x10 ⁵)	Azotobacter	Slobodni azotofiksatori (x10 ⁵)
P1	0,33	0,67	3,67	0,3	9	12,67
P2	6,67	1,33	4,33	2	4	17
P3	4,33	4,33	1,67	0,9	250	27,33
P4	4	0,33	7,67	2,5	4	14,33
PP1	0,33	0,33	15,33	0,4	45	7
PP2	8	0,33	10,67	1,1	250	10,33
PP3	6,33	1	9,67	2,5	95	36,33
PP4	14	0,33	9,67	25	150	40,67
PP5	10,33	1,33	8,33	9,5	95	14
PP6	0,33	0,33	7	0,4	95	12,67
PP7	17	13,33	8	140	95	41,33
PP8	6,33	0,33	0,67	0,4	45	17,33
PP9	4	0,33	3,67	0,6	95	20,33
PP10	0,33	0,33	16,33	0,9	25	34,67

Rezultati izvršenih mikrobioloških analiza su pokazali da je brojnost ukupne mikroflore bila niska i da je varirala od 0,33-17,00 x10⁶/g apsolutno suvog zemljišta, s tim što je najveću biogenost pokazao poluprofil PP7 koji je bio udaljen od železare, a odmah za njim slede PP5 i PP4 koji su ujedno bili na najmanjoj udaljenosti od železare.

Posle bakterija u zemljištu su najrasprostranjenije gljive i aktinomicete koje imaju veoma važnu ulogu u mineralizaciji organske materije u zemljištu, kako sveže, tako i humifikovane.

Brojnost gljiva je generalno bila niska i varirala je od $0,67-16,33 \times 10^4/\text{g}$ apsolutno suvog zemljišta. Najveću brojnost je pokazao PP10 koji je bio najudaljeniji od železare.

Što se tiče aktinomiceta, njihova brojnost je bila izrazito niska i varirala je od $0,33-4,33 \times 10^4/\text{g}$ apsolutno suvog zemljišta, s tim što je najveći broj profila i poluprofila pokazao najmanji ustanovljen broj od $0,33 \times 10^4/\text{g}$ zemljišta, a što predstavlja izuzetno nisku brojnost ovih značajnih humifikatora. Najveću zastupljenost je pokazao profil P3 koji je bio udaljen od železare.

Brojnost amonifikatora kao indikatora sadržaja organskih jedinjenja azota je varirala od $0,3-140,00 \times 10^5/\text{g}$ apsolutno suvog zemljišta. Najmanju zastupljenost je pokazao profil P1 koji je otvoren blizu železare, a najveću brojnost je pokazao poluprofil PP7 koji je bio među najudaljenijim od železare.

Brojnost Azotobaktera, kao najjačeg asocijativnog fiksatora atmosferskog azota i kao indikatora plodnosti zemljišta, je u ispitivanim uzorcima varirala od 4-250 po gramu apsolutno suvog zemljišta i nije bila u korelaciji sa udaljenošću od železare.

Pored azotobaktera slobodnu aerobnu azotofiksaciju mogu da vrše bakterije iz rodova *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Beijerinckia* i *Derxia*. Njihova brojnost u ispitivanim zemljištima je bila neujednačena i kretala se od $7,00-41,33 \times 10^5/\text{g}$ apsolutno suvog zemljišta. Najveću zastupljenost je pokazao PP7, a najmanju brojnost je pokazao PP1. Oba poluprofila su bila na približno istoj udaljenosti od železare.

Prema dobijenim rezultatima nije utvrđena korelacija između hemijskih osobina ispitivanih zemljišta i brojnosti ispitivanih grupa mikroorganizama. Rezultati analiza brojnosti mikroorganizama ukazuju na nisku biogenost zemljišta ispitivanog područja što bi mogla biti posledica zagađenosti zemljišta teškim metalima.

ZAKLJUČAK

CONCLUSIONS

Mikrobiološke analize zemljišnih uzoraka iz okoline smederevske železare su pokazale nisku biogenost i pored povoljnih agrohemijskih osobina ispitivanog zemljišta, a što bi mogla biti posledica zagađenosti teškim metalima. U skladu sa očekivanim, manju biogenost su pokazali profili bliži železari, dok su profili i poluprofil na većoj udaljenosti pokazali nešto veći broj mikroorganizama. Agrohemijske anajize su pokazale neutralnu reakciju, srednji do visok sadržaj humusa i dobru obezbeđenost lako pristupačnim fosforom i kalijumom.

ZAHVALNICA

ACKNOWLEDGMENT

Autori su zahvalni Ministarstvu obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za podršku ovom istraživanju kroz projekat TR 36007 „Proučavanje uticaja kvaliteta zemljišta i voda za navodnjavanje na efikasniju proizvodnju poljoprivrednih kultura i očuvanje životne sredine

LITERATURA

REFERENCES

- Cakmakci RI, Aydin DF, Sachin AF (2006): Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biol. And Biochem.* 38:1482-1487
- Glick BR (1995): The enhancement of plant growth by free living bacteria, *Can. J. Microbiol.* 41:10
- Jemcev V. i Đukić D. (2000): *Mikrobiologija*, Vojnoizdavački zavod, Beograd
- Marinković, J., N. Milošević, B. Tintor, P. Sekulić i LJ. Nešić (2008): Mikrobiološka svojstva fluvisola na različitim lokalitetima u okolini Novog Sada, *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, vol.45, br 2, 215-223
- Milošević, N., M. Ubavić, M. Čuvarđić i S. Vojin (2003): Mikrobi-značajno svojstvo za karakterizaciju plodnosti poljoprivrednog zemljišta. *Agroznanje, poljoprivredni naučno stručni i informativni časopis, Banja Luka, God IV, N°2*, 81-88
- Milošević, N. (2008): Mikroorganizmi-bioindikator i zdravlja/kvaliteta zemljišta, *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 45, 505-515
- Paterson E., Sanka M., Clark L (1996): Urban soils as pollutant sinks-a case study from 329 Aberdeen, Scotland. *Appl Geochem* 11:129-131
- Pochon et Tardieux (1962): *Tehnikues d'analyse en microbiologique du Soil edit de la tourel, Paris*
- Rhiem, H. (1958): Die ammoniumlaktatessigsäure-Methode zur Bestimmung der leichtlöslichen Phosphorsäure in Karbonathaltigen Boden. *Agrochimica* 3:49-65
- Roane TH and Pepper IL (2000): *Microorganisms and metal pollution*, Environmental Microbiology, Academic Press, San Diego, USA, 403-423

- Ross S.(1994): Sources and Forms of Potentially Toxic Metals in Soil-Plant Systems, in Ross 335 S (ed) Toxic Metals in Soil-Plant Systems John Wiley and Sons Ltd, Chichester, pp. 3-25
- Sastre J., Sahuquillo A., Vidal M., Rauret G. (2002): Determination of Cd, Cu, Pb and Zn in 343 environmental samples: microwave-assisted total digestion versus aqua regia and nitric 344 acid extraction. Anal Chim Acta 462: 59-72
- Sieghardt M., Mursch-Radlgruber E., Paoletti E., Couenberg E., Dimitrakopoulos A., Rego F., 346 Hatzistathis a., Barfoed Randrup T. (2005): Urban Forests and Trees Springer pp 281
- Tintor, B., N. Milošević i J. Vasin (2009): Mikrobiološka svojstva černozema južne Bačke u zavisnosti od načina korišćenja zemljišta, , Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, vol.46, br 1, 189-198
- Zahir ZA, Arshad M, Frankenberger WT (2004): Plant growth promoting rhizobia: applications and perspectives in agriculture. Adv. Agron.81:97-168

SUMMARY

MICROBIOLOGICAL AND BASIC AGROCHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL NEAR THE STEEL MILL IN THE CITY OF SMEDEREVO

Nataša RASULIĆ¹, Dušica DELIĆ¹, Dragan ČAKMAK², Olivera STAJKOVIĆ-SRBINOVIĆ¹,
Đorđe KUZMANOVIĆ¹, Aneta BUNTIĆ¹, Biljana SIKIRIĆ¹

¹Institute of Soil Science, TEODORA dRAJZERA 7, 11000, Belgrade, Serbia

²Institute for Biological Research "Siniša Stanković", University of Belgrade, Serbia

In 2015, the Institute for Soil Science in Belgrade carried out agrochemical and microbiological analyses of soil from the immediate vicinity of the Smederevo iron mill plant to determine the negative impact of the same on the quality of soil. Fourteen profiles and semi-profiles were opened and samples from the surface layer. Agrochemical and microbiological analysis of the samples taken were performed. A small biogenicity of the analysed samples was determined, which was, in most cases, smaller near the iron mill plant, while at a longer distance the number of microorganisms was higher. Regarding the agrochemical characteristics of the tested soils,

medium to high humus content, poorly acidic to neutral soil acidity, good availability of easily accessible phosphorus and high availability of easily accessible potassium were recorded.

Keywords: biogenity; iron mill; soil contamination

Primljeno 2. februara 2018.
Odobreno 20. februara 2018.