

Ukupan sadržaj arsena, olova i žive u poljoprivrednom zemljištu na području Bačke, Autonomna Pokrajina Vojvodina

Dunja Anđelić¹, Aleksandar Mihaljev¹, Snežana Jakšić¹, Milorad Živanov¹, Nikolina Dizdar¹, Dušana Banjac¹, Ivana Stanivuković¹, Snežana Ivanović², Milica Drobac², David Brkić¹

1Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Srbija

2Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija

*Corresponding authors: dunja.andjelic@nsseme.com

Izvod

Abstract

Cilj rada je bio da se utvrdi uticaj ukupnog sadržaja ispitivanih toksičnih elemenata (As, Pb i Hg) na kvalitet poljoprivrednog zemljišta tipa černoze. U ovoj studiji, koja je realizovana tokom 2024. godine, ukupno je prikupljeno i analizirano 53 reprezentativna uzoraka zemljišta tipa černoze, sa različitih lokaliteta u Bačkom regionu AP Vojvodine. Utvrđeno je da ukupan sadržaj As, Pb i Hg u ispitivanim uzorcima nije prelazio maksimalno dozvoljene količine teških metala (MDK) u mg/kg koje su propisane Pravilnikom o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja, koji je naveden u literaturi. Iako je utvrđeno da je ukupan sadržaj As, Pb i Hg u ispitivanim uzorcima zemljišta bio u okviru maksimalno dozvoljenih količina, neophodno je kontinuirano praćenje i ispitivanje sadržaja ovih zagađivača zemljišta radi očuvanja životne sredine i sprečavanja njihovog unošenja u lanac ishrane, što predstavlja veliku opasnost jer potencijalno može ugroziti zdravlje svih živih organizama.

Ključne reči: zemljište, černoze, teški metali, arsen, živa, olovo

Uvod

Introduction

Povećan broj izvora zagađenja pedosfere i biosfere uslovljen je ubrzanim tehnološkim razvojem kao i prekomernom industrijalizacijom, što predstavlja ozbiljnu opasnost za životnu sredinu, kako u urbanim područjima, tako i na poljoprivrednim površinama. Neki od najznačajnijih zagađivača su različita hemijska sredstva, ostaci iz raznih industrijskih postrojenja, sredstva za zaštitu bilja koje se koriste u svrhu intenzivne poljoprivredne proizvodnje. Proteklih decenija posebna pažnja se skreće na uticaj toksičnih elemenata, među kojima su i As, Pb i Hg. Vrednosti maksimalno dozvoljenih količina (MDK) za arsen, olovo i živu u R. Srbiji prikazane su u Tabeli 1. (Službeni glasnik RS, br. 23/1994). Važno je napomenuti da poreklo nekih teških metala može biti prirodnog, geohemijskog porekla kao posledica formiranja zemljišta na određenim stenovitim podlogama, kao i antropogenog porekla, kao posledica čovekovog uticaja na životnu sredinu (Domi et. al., 2001). Ponašanje opasnih i štetnih materija u zemljištu uslovljeno je mnogobrojnim faktorima, koji mogu

uticati na njihovu mobilnost i akumulaciju od strane biljaka, a najznačajniji su reakcija zemljišta, sadržaj organske materije i koloidne gline. Pored ovih i drugi faktori mogu uticati na njihovu mobilnost i štetno dejstvo, kao što su vlažnost, sadržaj kalcijum-karbonata, hidratizirani oksidi gvožđa i aluminijuma, kapacitet razmene katjona, redoks potencijal, nivo podzemne vode i dr. (Jakšić i sar. 2012).

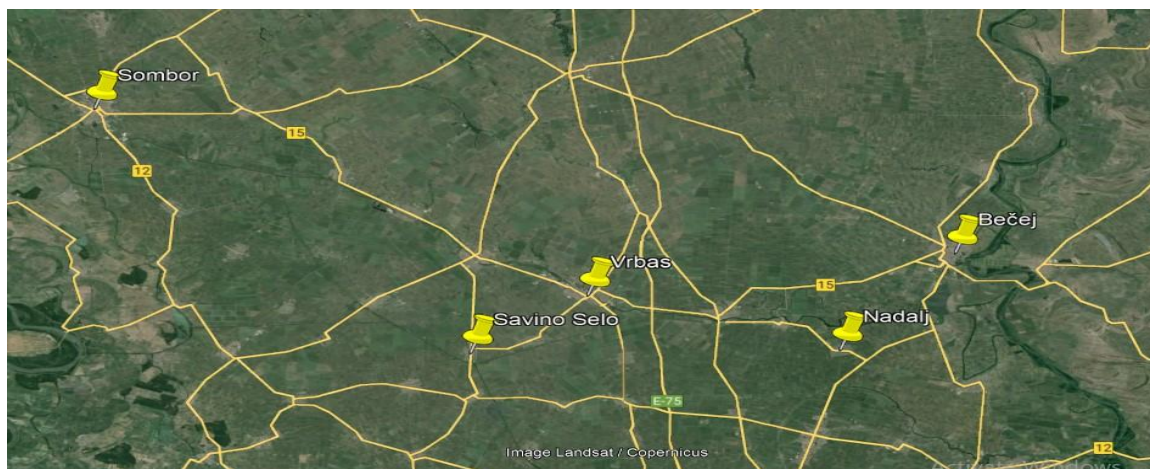
Černozem je zemljište, tamno smeđe boje, sa izraženom zrnastom strukturom, veoma povoljnih hemijskih i fizičkih osobina. Uz primenu intenzivnih mera kultivacije, kontrolu plodnosti i racionalno đubrenje omogućava postizanje visokih prinosa poljoprivrednih kultura. U Republici Srbiji nalazi se u Banatu, Bačkoj, Sremu, delimično Mačvi i pojedinim delovima severne Šumadije kao i oko Beograda i Požarevca. Černozem pripada redu automorfni, te klasi humusno akumulativnih zemljišta. Razvija se u stepskom području, na karbonatnim, ilovastim, ređe peskovitim rastresitim supstratima. Jakšić i sar. (2012) navode da količina arsena u analiziranim uzorcima zemljišta na teritoriji AP Vojvodine, tipa černozem, nije značajna (7,00–9,10 mg/kg) i nalazi se kod svih ispitanih uzoraka u dozvoljenim granicama koje su propisane "Uredbom o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje". Ovaj zaključak se takođe odnosi i na sadržaj olova, koji se u ispitanim uzorcima kretao u intervalu od 27,98 – 30,32 mg/kg. Izmereni sadržaj Hg u ispitanim uzorcima se kretao u intervalu od 0,008 – 0,974 mg/kg i takođe je niži od maksimalno dozvoljenih vrednosti. Koncentracija teških metala se iz godine u godinu povećava, ali ipak u većini poljoprivrednih zemljišta nivo nije toliko visok da bi prouzrokovao akutne probleme toksičnosti, ali se ovoj vrsti kontaminacije u narednom periodu svakako mora posvetiti velika pažnja. Važna je i činjenica da zemljišta zagađena ovim metalima predstavljaju veliki problem za životnu sredinu, jer mnogi od njih su postojani stotinama i hiljadama godina (Dozet i sar. 2011).

Materijal i metod

Materials and Metod

Prikupljeni uzorci na teritoriji AP Vojvodine (Slika 1), su vazdušno sušeni, a zatim samleveni mlinom za zemljište do veličine granula < 2 mm, prema SRPS/ISO 11464:2004. Priprema uzoraka, radi određivanja ukupnog sadržaja teških metala: As, Pb i Hg vršena je digestijom uzoraka u zatvorenom mikrotalasnom sistemu pod visokim pritiskom na aparatu Milestone Vario EL III sa koncentrovanom HNO₃ i H₂O₂ (5 : 10), u odnosu čvrsta faza : rastvor za digestiju 1 : 12, postepenim zagrevanjem do 180°C u ukupnom trajanju od 35min. Iz pripremljenog uzorka, sadržaj metala je određen metodom indukovano kuplovane plazme na

ICP-OES VistaPro Varian. Za proveru tačnosti primenjene metode, periodično je korišćen BCR referentni materijal CRM-141R za digestiju carskom vodom. Dobijene vrednosti su varirale u opsegu od $\pm 10\%$ od sertifikovanih vrednosti.



Slika 1. Lokaliteti prikupljenih uzoraka zemljišta za analizu
Figure 1. Locations of collected soil samples for analysis

Sadržaj žive određen je direktnom metodom iz čvrstog uzorka na aparatu Direct Mercury Analyzer DMA 80 Milestone. Za proveru tačnosti primenjene metode, periodično je korišćen BCR referentni materijal 143R. Dobijene vrednosti su varirale u opsegu od $\pm 5\%$ od sertifikovanih vrednosti.

Obrada podataka istraživanja i geostatistika urađena je u Geografskom Informacionom Sistemu: GIS (ESRI ArcEditor 10).

Rezultati i diskusija

Results and discussion

Arsen (As) je metaloid koji je opšte prisutan element u gornjoj litosferi, a zbog svojih štetnih efekata na biotu, označen je kao zagađivač životne sredine. Hemijski element arsen je poznat po svojim toksičnim svojstvima, mada su se u novije vreme pojavile indicije da bi on u malim količinama mogao da ima i korisnu ulogu po zdravlje ljudi (Velimirović 2013). Arsen se prirodno javlja u obliku minerala, a retko u elementarnom stanju. Prirodnim putem, arsen ulazi u okolinu kroz geohemijske procese, mineralne rude i kroz podzemne vode. Njegova neorganska jedinjenja, su veoma otrovna, a pored primene u industriji, korišćen je i u poljoprivredi kao komponenta agrohemijjskih sredstava protiv biljnih štetočina, što može biti uzrok njegove povećane koncentracije u zemljištima (Hooda Et. al., 2010). Iako su minerali i jedinjenja As lako rastvorljivi, migracija As je veoma ograničena zbog snažne sorpcije od strane glina, hidroksida i organske materije. Povećana količina As u glinovitim sedimentima kao i u površinskom zemljištu, u poređenju sa koncentracijama u magmatskim stenama, očigledno odražava i neke spoljne izvore As, poput vulkanskih izduvnih gasova i još nekih zagađenja (Kabata-Pendias Et. al., 2001). Koncentracija arsena u zemljištu najčešće se kreće u intervalu od 2 do 20 mg/kg (Jakšić i sar. 2012), a zbog njegove velike adsorpcije i akumulacije, najveća koncentracija ovog metala je u površinskom sloju zemljišta. Neorganski arsen je generalno toksičniji od organskog. Sadržaj i zadržavanje As u zemljištima, kao i drugih teških metala, u velikoj meri zavisi od fizičko-hemijskih svojstava zemljišta. Prosečne vrednosti arsena u černozeru, najčešćem tipu zemljišta u Vojvodini, bile su 8,6 mg/kg i 0,4 mg/kg za ukupni i pristupačni sadržaj, respektivno (Ninkov i sar. 2017).

U ispitivanim uzorcima sadržaj arsena je bio u intervalu od 1,7 do 10,7 mg/kg, što znači da je sadržaj arsena u zemljištu svih ispitivanih lokaliteta ispod MDK. Prosečan sadržaj As je u površinskom sloju zemljišta iznosio $5,9 \pm 2,1$ mg/kg. S obzirom da zemljište nije kontaminirano ovim teškim metalom, u površinskom sloju, u kojem inače dolazi do akumulacije, može se zaključiti da je prvenstveno poreklo arsena iz matičnog supstrata. Ovo je razumljivo, pošto su ispitivani lokaliteti udaljeni od saobraćajnica i drugih potencijalnih zagađivača.

Živa (Hg) je jedini tečni metal. Procenjuje se da ga u Zemljinoj kori ima oko $6 \cdot 10^{-7}$ % (Kastori 1993). Pretežno se javlja u obliku sulfida. Poznato je da se nalazi u više od 20 minerala a kao najvažniji živin mineral je cinabarit (HgS). Ovaj mineral je veoma stabilan, jer nije podložan raspadanju. Najvažnije geo-hemijske karakteristike žive su sklonost ka formiranju jakih veza sa sumporom (na primer HgS) kao i formiranje organskih jedinjenja žive koja su raletivno stabilna u vodenim sredinama. Ukupan sadržaj Hg u zemljištu je jako varijabilan. Smatra se da zemljišta sa sadržajem od 0,003 do 0,03 ppm Hg nisu kontaminirana (Kastori 1993). Pokretljivost i dostupnost žive u zemljištu su veoma niske, sa prosečnim vrednostima od 0,28 do 2,45% (Rózański et. al., 2016). Sadržaj žive u zemljištima u najvećoj meri zavisi od pH vrednosti kao i od sadržaja organske materije.

Akumulacija žive u zemljištu se drži pod kontrolom formiranjem organskih kompleksa i taloženjem. Pokretljivost žive zahteva procese rastvaranja i biološke i hemijske razgradnje njenih organskih jedinjenja. Hloridi žive su dosta pokretljivi u zemljištu ali osnovni zaključak je da živa u zemljištu ima malu i ograničenu pokretljivost. Ta pokretljivost je daleko veća putem isparavanja. Akumulacija žive je povezana sa nivoima organskog C i S u zemljištima i raspoređena je u površinskim slojevima zemljišta nekoliko puta više nego u podzemnim slojevima. Generalno, organska zemljišta imaju veći sadržaj žive od mineralnih zemljišta. To je uglavnom zbog velike sposobnosti humusa, posebno sirovog humusa, da veže živu. Visoke koncentracije žive u sirovom humusu, često premašuju 0,3 ppm (Kabata-Pendias et. al., 2001).

Sorpcija žive varira sa pH vrednošću, pri čemu je najviša pri pH vrednosti od 4 do 5. Ipak, objavljeni podaci za različita zemljišta širom sveta pokazuju da prosečne koncentracije žive u površinskim zemljištima ne prelaze 400 ppb. Najviše prosečne koncentracije žive kako navode Kabata-Pendias et. al., (2001) su izmerene za histozole Kanade (400 ppb) kao i za pirinčana zemljišta Japana (350 ppb) i Vijetnama (300 ppb). Očigledno je da organska zemljišta i pirinčana zemljišta sadrže više žive nego bilo koja druga zemljišta što je rezultat razgradnje biljnog materijala i apsorpcije iz atmosfere. Sadržaj žive u vojvođanskim zemljištima je nešto niži u poređenju sa sadržajem žive u svetu, pošto je 60% površine Vojvodine pokriveno černozeom (Ninkov i sar. 2017). Prema ovoj globalnoj proceni, zemljišta koja su bogata organskom materijom imaju veći sadržaj žive. Živi, kao elementu danas se posvećuje veća pažnja u poljoprivredi, posebno od momenta kad su švedski naučnici utvrdili da se ona akumulira u hrani (Kabata-Pendias A. i sar. 2001).

Dobijeni rezultati ukupnog sadržaja Hg u poljoprivrednom zemljištu tipa černozeom AP Vojvodine, prikazani su u Tabeli 1. Rezultati su bili u intervalu od 0,022 do 0,051 mg/kg. Ovaj interval je u skladu sa najčešće citiranim rasponom 0,01–1 mg/kg u zemljištu bez poznatih izvora kontaminacije (Ninkov i sar. 2017). Prosečna koncentracija Hg bila je $0,033 \pm 0,007$ mg/kg. Prosečna vrednost Hg u vojvođanskom zemljištu od 0,033 mg/kg vrlo je blizu tipične koncentracije Hg za svetska zemljišta, koja je prijavljena na oko 0,06 mg/kg (Ninkov i sar. 2017). Osim toga, podudara se sa nacionalnim prosekom za kinesko tlo od 0,065 i provinciju Liaoning od 0,064 mg/kg (Ninkov i sar. 2017).

Tabela 1. Sadržaj teških metala u uzorcima zemljišta

Table 1. Heavy metal content in soil samples

Lokaliteti	As [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Hg [mg/kg]
1. Vrbas	3,5	6,8	0,032
2. Vrbas	5,5	9,8	0,032
3. Vrbas	4,5	9,9	0,035
4. Vrbas	5,7	11,3	0,034
5. Vrbas	4,8	9,2	0,031
6. Vrbas	2,7	9,6	0,024
7. Vrbas	2,2	10,6	0,026
8. Vrbas	3,1	9,4	0,024
9. Vrbas	1,7	9,8	0,024
10. Vrbas	2,3	9,7	0,025
11. Sombor	9,5	9,9	0,027
12. Sombor	2,6	5,8	0,022
13. Sombor	8,8	7,6	0,025
14. Sombor	6,1	8,6	0,025
15. Sombor	10,2	8,1	0,025
16. Sombor	5,7	8,8	0,028
17. Sombor	6,5	10,5	0,031
18. Sombor	4,7	8,3	0,030
19. Sombor	5,1	9,8	0,035
20. Sombor	4,2	9,7	0,029
21. Sombor	7,2	9,5	0,051
22. Sombor	4,4	11,0	0,030
23. Sombor	7,1	13,2	0,031
24. Sombor	5,9	11,6	0,034
25. Sombor	4,6	12,8	0,031
26. Sombor	5,1	10,7	0,029
27. Sombor	6,2	13,3	0,035
28. Sombor	5,0	12,4	0,040
29. Sombor	7,3	12,4	0,028
30. Sombor	5,3	11,0	0,032
31. Bečej	4,7	11,6	0,033
32. Bečej	3,8	11,6	0,032
33. Bečej	5,8	11,5	0,031
34. Bečej	4,1	11,1	0,031
35. Bečej	6,1	11,9	0,039
36. Bečej	5,5	11,0	0,034
37. Bečej	7,3	12,7	0,050
38. Nadalj	6,4	13,5	0,042
39. Nadalj	5,7	11,9	0,044
40. Nadalj	6,8	12,7	0,047
41. Nadalj	4,8	13,6	0,038
42. Nadalj	5,6	13,1	0,035
43. Nadalj	5,8	13,1	0,032
44. Nadalj	5,7	12,7	0,031
45. Nadalj	9,0	11,7	0,044
46. Nadalj	7,0	11,7	0,042
47. Nadalj	8,1	12,8	0,038
48. Savino Selo	7,5	12,5	0,039
49. Savino Selo	7,0	14,4	0,031
50. Savino Selo	7,6	15,2	0,033
51. Savino Selo	9,2	11,6	0,031
52. Savino Selo	10,2	11,9	0,029
53. Savino Selo	10,7	12,5	0,030
Srednja vrednost±SD	5,9±2,1	11,1±1,9	0,033±0,007
MIN [mg/kg]	1,7	5,8	0,022
MAX [mg/kg]	10,7	15,2	0,051
MDK* [mg/kg]	25	100	2

* Maksimalno dozvoljene količine

Olovo je metal koji ne spada u esencijalne elemente živog sveta. Posедуje dva stabilna oksidaciona stanja Pb^{2+} i Pb^{4+} , pri čemu je oksidaciono stanje Pb^{2+} dominantnije. Veoma je otrovno, kao i njegova jedinjenja, što dovodi do kontaminacije zemljišta. U zemljišnom okruženju poznate su dve vrste olova: primarno i sekundarno. Primarno olovo je geogenog porekla i inkorporiran je u minerale u vreme njihovog oblikovanja, a sekundarno olovo je radiogenog porekla od raspada U i Ti (Kabata-Pendias A. i sar. 2001). Olovo se retko javlja u elementarnom stanju, nerazdvojeno od drugih elemenata i prvenstveno se nalazi u sulfidnom obliku (rudama) a njegovi najpoznatiji minerali su galenit (PbS) i anglezit ($PbSO_4$). Zna se da se Pb nalazi u rastvorljivom halogenom obliku ($PbClBr$), a kasnije nastaju i druga relativno rastvorljiva jedinjenja kao što su $PbCO_3$ i $Pb_3(PO_4)_2$. Zbog nastanka ovih jedinjenja i njegove velike adsorpcije, pokretljivost Pb u zemljištu je veoma mala. Svi ovi oblici imaju veoma nisku rastvorljivost u vodi. Na dinamiku Pb u zemljištu od posebnog uticaja su pH-vrednost, sadržaj organske materije i gline (Kastori 1993). Povećanje kiselosti obično povećava rastvorljivost Pb-a, ali mobilizacija je obično sporijeg tempa u poređenju sa akumulacijom Pb-a u sloju bogatom organskom materijom. Atmosfersko taloženje je glavni izvor Pb-a u površinskom okruženju. Prašina i pare Pb-a mogu ući u atmosferu kako iz prirodnih tako i iz antropogenih procesa i izvora. Karakteristična lokalizacija Pb-a blizu površine zemljišta u većini profila zemljišta pretežno je povezana sa površinskim nakupljanjem organske materije (Kabata-Pendias A. i sar. 2001).

Kao element olovo je veoma važno za savremenu industriju. Posebno je važno naglasiti da se dodaje kao aditiv benzinu čijim sagorevanjem Pb dolazi na površinu zemljišta i zagađuje ga. Sva njegova jedinjenja su otrovna. Sadržaj Pb u zemljištu je veoma varijabilan. Tu varijabilnost najviše prouzrokuje matični supstrat na kome je zemljište formirano. Kao prosečan sadržaj olova u zemljinoj kori navodi se po literaturnim podacima oko 16 ppm. Za zemljišta koja se koriste u poljoprivredne svrhe važi varijabilnost olova od 2 do 200 ppm. Najčešći udeo Pb u normalnim zemljištima, neutralne reakcije kreće se od 0,1 do 20 ppm. Veće količine olova u poljoprivrednom zemljištu treba očekivati oko industrija koje prerađuju olovo, pored velikih saobraćajnica kao i zemljišta gde je korišten kanizacioni mulj u kome sadržaj olova može varirati od 50 do 2600 ppm, što zavisi od njegovog porekla (Kastori 1993).

U ispitivanjima sadržaja olova u 53 reprezentativna uzorka sa površine AP Vojvodine, nismo zabeležili prekoračenje granične vrednosti za Pb, a prosečna vrednost je iznosila $11,1 \pm 1,9$ mg/kg. Ukupan sadržaj olova se kretao u intervalu od 5,8 do 15,2 mg/kg, sa tim što je prosečan sadržaj Pb u dolini reke Tise bio $11,6 \pm 0,55$ mg/kg što je takođe ispod MDK. Ovakvi rezultati su razumljivi, pošto su ispitivani lokaliteti udaljeni od saobraćajnica i drugih potencijalnih zagađivača. Jakšić i sar. (2012) su prilikom ispitivanja zemljišta Vojvodine zabeležili prosečnu koncentraciju olova od $28,89 \pm 0,68$ mg/kg i time dokazali da nijedan ispitivani lokalitet nije imao povećanu koncentraciju olova. Slične rezultate su dobili Brankov i sar. (2006) prilikom ispitivanja nepoljoprivrednog zemljišta Vojvodine.

Zaključak

Conclusion

Ukupan sadržaj arsena u ispitivanim uzorcima zemljišta tipa černozem bio je u intervalu od 1,7 do 10,7 mg/kg, što znači da nema kontaminacije ovim elementom, jer je utvrđeni sadržaj ispod maksimalno dozvoljene količine. Nije zabeležena ni kontaminacija olovom, koje je u ispitivanim uzorcima zemljišta bilo u intervalu od 5,8 do 15,2 mg/kg, što je ispod propisane granične vrednosti. S obzirom da se ukupan sadržaj žive kretao od 0,022 do 0,051 mg/kg, svi uzorci analiziranih lokaliteta zadovoljavaju kriterijume nekontaminiranog zemljišta. AP Vojvodina, koja se nalazi u severnom delu Srbije, predstavlja njeno najvažnije poljoprivredno područje, stoga je kako za ekonomski razvoj Vojvodine tako i za očuvanje životne sredine od ključnog značaja zaštita zemljišta. Iz tih razloga neophodna je dalja kontrola sadržaja ovih teških metala u zemljištu, kao i ispitivanje pristupačnosti i ekstrakcije od strane biljaka, kako bi se sprečio njegov ulazak u lanac ishrane i obezbedila bezbedna proizvodnja zdrave hrane.

Literatura

References

- Domy C. A., 2001: Trace Elements in Terrestrial Environments,
- Hooda S. P., 2010: Trace elements in Soils. School of Geography, Geology and the Environment, Kingston University London, UK.
- Jakšić S., Sekulić P., Vasin J., 2012: Sadržaj teških metala u oglejenom černozemu sremske lesne terase pod usevom lucerke,
- Ninkov J., Marković S., Banjac D., Vasin J., Milić S., Banjac B., Mihailović A., 2017: Mercury content in agricultural soils (Vojvodina Province, Serbia). Environmental Science and Pollution Research,
- Ninkov J., Banjac D., Milić S., Vasin J., Marinković J., Banjac B., Mihailović A., 2017: Arsenic Content and Distribution in Agricultural Soils of Vojvodina Province, Serbia, Solutions and projections for sustainable soil management,
- Dozet D., Nešić Lj., Belić M., Bogdanović D., Ninkov J., Zeremski T., Dozet D., Banjac B., 2011: Poreklo i sadržaj nikla u aluvijalno-deluvijalnim zemljištima Srema,
- Kastori R., 1993: Teški metal i pesticide u zemljištu, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Kabata-Pendias A., 2001: Trace Elements in Soils and Plants. Velimirović D., 2013: Optimizacija, validacija i primena ICP-OES metoda određivanja sadržaja metala u realnim uzorcima, doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Niš.

Róžański S., Castejón J., Rernández G-, 2016: Bioavailability and mobility of mercury in selected soil profiles. *Environmental Earth sciences*, 75, 1-11

<https://doi.org/10.1007/s12665-016-5863-3>

Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja, Sl. Glasnik RS, br. 23/1994.

Total arsenic, lead and mercury content in agricultural land in the area of Bačka, Autonomus province of Vojvodina

Dunja Andelić¹, Aleksandar Mihaljev¹, Snežana Jakšić¹, Milorad Živanov¹, Nikolina Dizdar¹, Dušana Banjac¹, Ivana Stanivuković¹, Snežana Ivanović², Milica Drobac², David Brkić¹

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Srbija

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija

*Corresponding authors: dunja.andjelic@nsseme.com

Abstract

The aim of the work was to determine the influence of the total content of the investigated toxic elements (As, Pb and Hg) on the quality of agricultural soil of the chernozem type. In this study, which was carried out during the year 2024, a total of 53 representative soil samples of the chernozem type were collected and analyzed, from different localities in the Bačka region of AP Vojvodina. It was determined that the total content of As, Pb, and Hg in the examined samples did not exceed the maximum permitted concentrations (MPC) of heavy metals in mg/kg as prescribed by the Regulation on permitted levels of hazardous and harmful substances in soil and irrigation water and the methods for their testing, as cited in the literature. Although it was determined that the total content of As, Pb and Hg in the examined soil samples was within the maximum allowed amounts, it is necessary to continuously monitor and test the content of these soil pollutants in order to preserve the environment and prevent their introduction into the food chain, which represents a great danger because it can potentially endanger the health of all living organisms.

Key words: soil, chernozem, heavy metals, arsenic, mercury, lead

Received 14.08.2025

Revised 19.12.2025

Accepted 19.12.2025