

UDK 631.82:502.7

MINERALNA DJUBRIVA KAO POTENCIJALNI ZAGADJIVAČI ZEMLJIŠTA,  
DRENAŽNIH I PODZEMNIH VODA\*

Radoslav FILIPOVIĆ<sup>1</sup>, Dragi STEVANOVIĆ<sup>2</sup>, Stevan SIMIĆ<sup>3</sup>

IZVOD

U ovom radu je ispitivan uticaj primene đubriva na potencijalno zagadjenje zemljišta teškim metalima za vreme intenzivne poljoprivredne proizvodnje. Ova istraživanja su od izuzetnog značaja kada se ima u vidu velika toksičnost olova i kadmijuma.

Istovremeno je ispitivan i uticaj mineralnih đubriva za vreme njihove intenzivne primene u poljoprivrednoj proizvodnji na sadržaj nitrata i fosfata u zemljištu, baštenskim bunarima, drenažnim sistemima i nekim povrtarskim biljkama.

ABSTRACT

Mineral fertilizers as potential pollutants of the soil, drainage systems and underground waters.

The effect of fertilizer application on the potential uptake of heavy metals into the soil during intensive agricultural production has been examined in this paper. These investigations are of particular interest when we consider the great toxicity of lead and cadmium.

The effect of mineral fertilizers, during their intensive application in agricultural production, on nitrate and phosphate content in the soil, garden wells, drainage systems, and some vegetable crops has also been examined.

-----  
\*Ova istraživanja su finansirana od strane Republičke zajednice nauke Srbije kroz projekat "Zagadjivanje i dekontaminacija zemljišta" (zadatak 6 - pod navedenim naslovom)  
-----

<sup>1</sup> viši naučni saradnik, dr. polj. nauka, dipl. fiz. hem., INEP, Zemun

<sup>2</sup> naučni saradnik, dr. polj. nauka, dipl. ing. agr., Institut za zemljište, Beograd

<sup>3</sup> naučni saradnik, dr. šum. nauka, dipl. ing. šum., INEP, Zemun

## UVOD

U ovom radu obrađena je pažnja na ispitivanje uticaja intenzivne primene mineralnih đubriva na zagadjenje zemljišta teškim metalima i drenažnih voda sa nitratima i fosfatima, odnosno u sistemu đubrivo - zemljište - biljka. U ovim istraživanjima dat je značaj izučavanju zagadjenja pomenutog sistema sa nitratima, jer se isti redukuje u nitrite izazivajući methemoglobinemiju, naročito kod mladunčadi. Veliko prisustvo amina u stomaku izaziva hepatotoksičnu akciju i formiranje alkil nitroamina, koji imaju kancerogeno dejstvo. Izučavanju teških metala u sistemu zemljište - biljka u našoj agronomskoj praksi do sada nije pridavana pažnja, a što nije slučaj u medicini. Olovo (Pb) ima veliki afinitet prema SH grupi i blokira aktivnost enzima i glutaciona. Takođe, Pb deluje štetno na bubrege, jetru i nervne ćelije mozga. Najviše Pb čovek unosi preko hrane i to preko mesa i povrća (Bolt, 1976), preko hrane 300  $\mu$ g, a preko vazduha 100  $\mu$ g po danu. Zato je značajno izučavanje sadržaja i kretanja Pb u lancu zemljište - biljka - životinja - čovek. Sadržaj Pb kod većine biljaka je u opsegu od 0,5 - 3 ppm (Bolt, 1976). Kod izvesnih vrsta biljaka sadržaj Pb je znatan a biljke ne pokazuju toksične simptome, ali su vrlo opasne za čoveka (u korenu rotkvice je nadjeno 498 ppm, a u nadzemnom delu 136 ppm, Alloway, 1979). Neke biljke pokazuju selektivnost prema olovu i drugim teškim metalima, dok druge biljke imaju znatnu akumulaciju olova i drugih teških metala. Salata, ovas i rotkvice imaju znatnu akumulaciju Pb, što treba imati u vidu pri gajenju biljaka pored velikih saobraćajnica. Pokretljivost Pb u zemljištu je mala jer gradi čvrste komponente (karbonate, fosfate, itd.), malo rastvorne i ako se nadje kao jon  $Pb^{2+}$  brzo se adsorbuje, međutim, zemljišta sa velikim pH mogu da oslobode olovo. Pored Pb i kadmijum (Cd) ispoljava znatnu toksičnost u vezivanju SH grupe i trajnom inaktiviranju enzima. Pored toga, Cd izaziva oštećenje bubrega, kostiju, hipertenziju i vaskularne bolesti (Bolt, 1976). Usvajanje Cd od strane povrtarskih i drugih kultura sada je predmet intenzivnog proučavanja (Naghiri, 1974; Jones, 1973, i dr.). Usvajanje Cd od strane biljaka pospešuje prisustvo cinka (Biersdorf, 1972). Osetljivost različitih useva na Cd je različito i negde izrazito. Page (1972) je ukazao da mnogi usevi smanjuju rast u funkciji koncentracije Cd.

## METODE RADA I MATERIJAL

Praćenje sadržaja Pb i Cd, kao i nitrata i fosfata u zemljištu i drenažnim vodama obavljeno je u odabranim lokalitetima baštenskih zemljišta Srbije. Izabrani lokaliteti se odlikuju intenzivnim đubrenjem u uslovima navodnjavanja, što stvara maksimalnu mogućnost ispiranja  $NO_3$  i  $PO_4$  hraniva iz zone korenovog sistema do podzemnih voda. Uzorci vode su uzeti iz baštenskih bunara (dubine 2-5 m), a uzorci zemljišta sa dubine 0-25 cm i 25-50 cm. Posebno su uzimani uzorci zemljišta sa intenzivno đubrenih površina i površina za koje se smatra da nisu intenzivno đubrene. U ovoj fazi istraživanja praćena je dinamika nitrata i fosfata u baštenskim bunarima sa plićim nivoom vode u ranije odabranom regionu šumadije (Jelenak kod Topole). Takođe, određivanja  $NO_3$  i  $PO_4$  su obavljena i u voda-

ma drenažnog sistema "Varna", Šabac.

U uzorcima zemljišta vršena su određivanja sadržaja mineralnog azota ( $\text{NH}_4$  i  $\text{NO}_3$ ) po metodi Bremnera (1965) pristupačnog fosfora po Al-metodi i ukupni sadržaj olova i kadmijuma određen je metodom atomske apsorpcije, nakon razaranja uzorka zemljišta sa  $\text{HNO}_3$  i  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Krishnamurty et al., 1976). U uzorcima drenažnih voda određeni su sadržaj mineralnog azota i pristupačnog fosfora, a u uzorcima biljnog materijala sadržaj nitrata.

Takodje je vršeno ispitivanje delovanja preparata N-serva kao inhibitora nitrifikacije (smanjuje populaciju bakterija nitrifikatora). Posle unošenja azotnog đubriva ( $\text{N}_{150}$  u obliku uree) zemljište je tretirano preparatom N-serva. Ogled je izveden u sudovima bez biljaka u toku 7 nedelja. Ispitivane su dve doze ovog preparata i to: 2 kg/ha i 4 kg/ha na zemljištu tipa aluvijum iz doline V. Morave.

## REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Ispitivanje uticaja djubrenja na potencijalno unošenje teških metala u zemljište je od posebnog interesa u sistemu zemljište-biljka-čovjek, kada se ima u vidu toksičnost istih.

Normalni, prirodni sadržaj kadmijuma u nezagađenom zemljištu je ispod 1 ppm (Bolt, 1976), a prirodni nivo olova u zemljištu 10-15 ppm (Chow, 1976). Analizom kompleksnih mineralnih đubriva koja se najčešće koriste u našoj poljoprivrednoj proizvodnji (Projekat: Zagađenost i dekontaminacija zemljišta, zadatak 7 - Stojanović et al., 1980), ustanovljeno je da ista sadrže i znatne količine teških metala. Posebno je u ovim kompleksnim đubrivima značajno prisustvo olova i kadmijuma. U literaturi (Bolt, 1976) se navodi da se kadmijum nalazi kao konstituent fosfatnih đubriva i da je na taj način rasprostranjen izvor kontaminacije. Takodje u literaturi se navodi da je sadržaj kadmijuma u fosfornim đubrivima promenljiv u zavisnosti od sadržaja fosfora i da se sadrži od 1-2 ppm. Medjutim, za tercijarni kalcijum fosfat, koji služi kao osnova za dobijanje fosfornih đubriva u istoj literaturi se navodi da je sadržaj kadmijuma od 50-170 ppm, što jasno ukazuje na poreklo kadmijuma u mineralnim đubrivima. Slično je ponašanje olova kada se posmatra sadržaj u kompleksnim mineralnim đubrivima. Iz navedenih podataka, kao i iz literature nije sigurno da i olovo vodi uvek poreklo iz rude fosforita, već i iz tehnološkog procesa dobijanja đubriva gde se koriste komponente (verovatno sumporna kiselina) koje sadrže olovo, i na taj način se akumulira u đubrivu. Zato je neophodno da se poboljša tehnologija dobijanja đubriva i da se kontrolišu sirovi fosfati na sadržaj kadmijuma i olova i ako je veći sadržaj kadmijuma da se izdvaja kao nus proizvod, a olovo da se odstranjuje. Sadržaj lako pristupačnog, rastvorljivog u vodi, olova i kadmijuma varira u kompleksnim mineralnim đubrivima različitog odnosa NPK i porekla (tabela 1). U tercijarnom fosfatu proizvedenom u Prahovu sadržaj lako pristupačnog olova i kadmijuma je veći u odnosu na mineralna đubriva (za olovo iznosi  $15,3 \pm 0,35$  ppm, a za kadmijum  $49,00 \pm 0,99$  ppm). Ovakvo variranje u sadržaju lako pristupačnog olova i kadmijuma u mineralnim đubrivima od različitog proizvođača verovatno je uslovljeno različitim kvali-

tetom sirovih fosfata kao i tehnologijom proizvodnje, odnosno korišćenjem različite čistoće hemijskih komponenti u proizvodnji đubriva. Međutim, u 1981. godini uzeti su uzorci zemljišta sa lokacija gde se intenzivno primenjuje đubrivo i gde se ne primenjuje (tabela 1b). Dobijeni podaci ukazuju da je sadržaj kadmijuma veći od 1 ppm, a olova od 15 ppm. Ipak, neophodan je znatno veći i frekventno gušći broj uzoraka zemljišta da bi se statistički pouzdano moglo tvrditi da u sadašnjem obimu i stepenu čistoće primene đubriva dolazi do povećanog sadržaja Pb i Cd u zemljištu. Pored pomenutog uslova, neophodna je i posebna pažnja pri uzorkovanju zemljišta gde se pouzdano zna da je uticaj gasova koji se oslobađaju pri sagorevanju motora neznatan, kako bi se pouzdano moglo znati poreklo olova i kadmijuma u zemljištu.

Tabela 1a. Sadržaj ukupnog olova i kadmijuma u zemljištima SR Srbije od 0-30 cm izražen u ppm.

Table 1a. Content of total lead and cadmium in soils of SR Serbia from 0-30 cm expressed in ppm. (1980)

| Lokalitet<br>Locality | Tip zemljišta<br>Type of Soil                | Pb<br>(ppm) | Cd<br>(ppm) |
|-----------------------|--|-------------|-------------|
| Ljubičevo             | Aluvijum<br>ALUVIUM deposits                 | 31,5        | 0,40        |
| Godomin               | Ritska crnica<br>Black hydromorph. min. soil | 60,8        | 0,55        |
| Kraljevo              | Aluvijum<br>Aluvium deposits                 | 79,8        | 0,70        |
| Kraljevo              | Aluvijum<br>Aluvium deposits                 | 195,9       | 0,70        |
| Mladenovac            | Gajnjača<br>Brown forest soil                | 26,2        | 0,45        |
| Malo Crniće           | Degradirani černoze<br>Degraded chernozem    | 3,2         | -           |
| Velika<br>Gradiška    | Tresetište<br>Peaty soil                     | 4,3         | 0,1         |
| Boleč                 | Smonica - Smonitza                           | 2,5         | 0,1         |
| Svilajnac             | Aluvijum-Aluvium deposits                    | 2,0         | 0,1         |
| Srednjevo             | Aluvijum-Aluvium deposits                    | 3,0         | 0,2         |
| Azanja                | Gajnjača-Brown forest soil                   | 12,7        | 0,1         |
| Lugavčina             | Aluvijum-Aluvium deposits                    | 2,7         | -           |
| Svetozarevo           | Aluvijum-Aluvium deposits                    | 13,7        | 0,1         |
| Požarevac             | Degradirani černoze<br>Degraded chernozem    | 13,0        | -           |

Tabela 1b. Sadržaj ukupnog olova i kadmijuma u zemljištima SR Srbije od 0-30 cm izražen u ppm (1981. god.)

Table 1b. Content of total lead and cadmium in soils of SR Serbia from 0-30 cm expressed in ppm.

| Lokalitet<br>Locality   | Tip zemljišta<br>Type of soil    | Dubina<br>Depth<br>(cm) | Pb<br>(ppm) | Cd<br>(ppm) |
|---|----------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 1. Jelenak - nedjubreno<br>nonfertilized                              | Smonica<br>Smonitza              | 0-25                    | 34,42       | 1,74        |
| 2. Jelenak - nedjubreno<br>nonfertilized                              | Smonica<br>Smonitza              | 25-50                   | 36,50       | 3,29        |
| 3. Jelenak - djubreno<br>fertilized                                   | Smonica<br>Smonitza              | 0-25                    | 37,40       | 2,55        |
| 4. Jelenak - djubreno<br>fertilized                                   | Smonica<br>Smonitza              | 25-50                   | 40,00       | 3,48        |
| 5. Čačak - nedjubreno<br>nonfertilized                                | Aluvijum<br>Aluvium dep.         | 0-30                    | 32,00       | 2,27        |
| 6. Čačak - djubreno<br>fertilized                                     | Aluvijum<br>Aluvium dep.         | 0-30                    | 47,20       | 1,19        |
| 7. Brestovac-djubreno<br>fertilized                                   | Aluvijum<br>Aluvium dep.         | 0-25                    | 48,4        | 2,02        |
| 8. Aleksinac-djubreno<br>fertilized                                   | Aluvijum<br>Aluvium dep.         | 0-25                    | 64,8        | 1,51        |
| 9. Varna - N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub><br>fertilized | Pseudoglej<br>Pseudogley         | 0-30                    | 19,17       | 2,24        |
| 10. Varna - nedjubreno<br>nonfertilized                               | Pseudoglej<br>Pseudogley         | 0-30                    | 24,7        | 0,51        |
| 11. Mladenovac-djubreno<br>fertilized                                 | Gajnjača<br>Brown forest<br>soil | 0-25                    | 30,5        | 2,45        |
| 12. Mladenovac-nedjubreno<br>nonfertilized                            | Gajnjača<br>Brown forest<br>soil | 0-25                    | 37,1        | 0,74        |

Iz prethodnih podataka orijentaciono se može zaključiti da se u zemljište unese oko 30 grama pristupačnog Pb po hektaru i 20 grama Cd po hektaru. U ovim istraživanjima pokušano je da se sagleda sadašnje stanje sadržaja teških metala olova i kadmijuma u obradivim zemljištima pojedinih regiona Srbije. Međutim, treba više posvetiti pažnje pri uzimanju uzoraka zemljišta u odnosu na saobraćajnice, kako bi se realnije sagledao uticaj mineralnog djubriva na potencijal zagadjenja zemljišta sa olovom i kadmijumom.

Iz prikazanih podataka (uzorci zemljišta uzeti u 1980.) u tabeli 1a. vidi se da je ukupni sadržaj kadmijuma u zemljištu ispod 1 ppm kao i kod nezagadjenih zemljišta (Bolt, 1976). Međutim, sadržaj Pb je veći od 10 ppm, ali uzorci zemljišta uzimani su pored manjih

saobraćajnica i nije dovoljno daleko od istih, pa postoji mogućnost zagađivanja zemljišta od saobraćajnica. Prema tome, ne može se pouzdano tvrditi poreklo olova u zemljištu odnosno da li potiče iz đubriiva ili pak doprinese zagađivanju i saobraćajnice, odnosno sagoreli gasovi vozila.

Sadržaj nitrata i fosfata u zemljištu uslovljava potencijalnu mogućnost ispiranja, bilo površinskih ili dubljih slojeva zemljišta ka podzemnoj vodi, prema tome i zagađivanja površinske i podzemne vode.

Upoređujući sadržaj nitrata i fosfata u zemljištima Srbije (tabela 2) može se zaključiti da su intenzivno đubrene površine sa znatno višim nivoom ovih hraniva od onih koja se ne đubre.

Međutim, ovako registrovan sadržaj posebno nitrata u zemljištu u jednom preseku vremena svakako ne može da pruži realnu mogućnost sagledavanja koliko će biti zagađivanje podzemnih voda. Ispiranje nitrata u profilu zemljišta zavisi od sadržaja i stepena korišćenja biljaka kao i intenziteta padavina ili navodnjavanja i tipa zemljišta. Znatno veća korelativna zavisnost između količine primenjenih đubriiva i sadržaja nitrata i fosfata u drenažnim vodama uspostavljena je i ovog puta analizom uzoraka vode baštenskih bunara (tabela 3).

Tabela 1. Sadržaj lako pristupačnog olova i kadmijuma u kompleksnim mineralnim đubrivima.

Table 1. Content of available lead and cadmium in complex mineral fertilizers.

| Mesto proizvodnje   |  | Srednja vred.<br>+ stand.dev. | Srednja vred.<br>+ stand. dev. |
|---------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Place of production |  | Mean value<br>+ stand.dev.    | Mean value<br>+ stand.dev.     |
|                     |  | Pb (ppm)                      | Cd (ppm)                       |
| Šabac               | - kompleksno đubrivo<br>complex fertilizer | 14,18 $\pm$ 3,15              | 10,54 $\pm$ 7,01               |
| Pančevo             | - kompleksno đubrivo<br>complex fertilizer | 8,00 $\pm$ 1,02               | 1,17 $\pm$ 0,29                |
| Kutina              | - kompleksno đubrivo<br>complex fertilizer | 5,41 $\pm$ 3,13               | 1,66 $\pm$ 1,55                |
| Novi Sad            | - kompleksno đubrivo<br>complex fertilizer | 6,50 $\pm$ 3,21               | 8,67 $\pm$ 2,30                |
| Subotica            | - kompleksno đubrivo<br>complex fertilizer | 10,83 $\pm$ 2,08              | 3,27 $\pm$ 1,72                |
| Prahovo             | - tercijarni fosfat<br>tertiary phosphate  | 15,25 $\pm$ 0,55              | 49,0 $\pm$ 0,99                |

Tabela 2. Sadržaj nitrata i fosfata u zemljištima Srbije (ppm).

Table 2. Content of nitrate and phosphate in soils of Serbia (ppm).

| Lokalitet<br>Locality | Tip zemljišta<br>Type of soil     | Dubina<br>Depth<br>(cm) | Djubreno<br>Fertilized |                               | Nedjubreno<br>Nonfertilized |                               |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|                       |                                   |                         | NO <sub>3</sub> -N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | NO <sub>3</sub> -N          | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| Ljubičevo             | Aluvijum                          | 0-25                    | 14                     | 350                           | 3                           | 77                            |
|                       | Aluvium deposits                  | 25-50                   | 10                     | 340                           | 2                           | 43                            |
| Godomin               | Ritska crnica                     | 0-25                    | 13                     | 350                           | 6                           | 260                           |
|                       | Black hydromorph.<br>mineral soil | 25-50                   | 7                      | 340                           | 3                           | 115                           |
| Miloševac             | Aluvijum                          | 0-25                    | 13                     | 312                           | 8                           | 176                           |
|                       | Aluvium deposits                  | 25-50                   | 7                      | 263                           | 6                           | 66                            |
| Čuprija               | Gajnjača                          | 0-25                    | 17                     | 300                           | 4                           | 273                           |
|                       | Brown forest soil                 | 25-50                   | 11                     | 43                            | 2                           | 74                            |
| Mladenovac            | Gajnjača                          | 0-25                    | 8                      | 249                           | 6                           | 70                            |
|                       | Brown forest soil                 | 25-50                   | 7                      |                               | 4                           |                               |
| Varna                 | Pseudoglej                        | 0-25                    | 14                     | 210                           | 8                           | 41                            |
|                       | Pseudoglej                        | 25-50                   | 13                     |                               | 5                           |                               |
| Čačak                 | Aluvijum                          | 0-25                    | 8                      | 340                           | 5                           | 249                           |
|                       | Aluvium deposits                  | 25-50                   | 3                      |                               | 2                           |                               |
| Požega                | Aluvijum                          | 0-25                    | 14                     |                               | 6                           | 15                            |
|                       | Aluvium deposits                  | 25-50                   | 10                     |                               | 2                           |                               |
| Jelenak               | Smonica                           | 0-25                    | 20                     | 254                           | 10                          |                               |
|                       | Smonitza                          | 25-50                   | 18                     | 40                            | 5                           |                               |

Prosečna vrednost sadržaja nitrata azota u vodi za 14 bunara Srbije iznosi 11,3 ppm a fosfata (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 1,6 ppm, što je daleko više od sadržaja u kontrolnom uzorku uzetom iz V. Morave. U poredjenju sa rezultatima iz prošle godine registrovan sadržaj nitrata azota je veći za 5 ppm.

Takodje su obavljena istraživanja i dobijeni su interesantni rezultati analizom voda iz baštenskih bunara lokaliteta iz Šumadije (Jelenac). Registrovane su jako visoke količine posebno nitrata u bunarima koji su locirani na posedima gde se primenjuju znatne količine djubriva (tabela 4).

U većem broju bunara kao i prosečan sadržaj nitrata je znatno veći od tolerantnog sadržaja u vodama za piće (WHO - 10 ppm u obliku N-NO<sub>3</sub>). Registrovan je takodje i znatno visok sadržaj fosfata čije je poreklo verovatno od djubriva, koja su sprana po nagibu, jer je manje verovatno da je nastalo povećanje ovog hraniva ispiranjem do podzemnih voda.

Analizom voda uzetih iz zatvorenog drenažnog sistema "Varna" uočeno je takodje izvesno ispiranje nitrata azota a znatno manje fosfora (tabela 5).

Tabela 3. Sadržaj nitrata i fosfata u vodama baštenskih bunara Srbije.

Table 3. Content of nitrate and phosphate in waters of garden wells in Serbia.

| Lokalitet<br>Locality | Tip zemljišta<br>Type of soil                      | NO <sub>3</sub> -N<br>(ppm) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(ppm) |
|-----------------------|--|-----------------------------|--|
| Požega                | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 3,1                         | 1,0                                    |
| Čačak                 | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 19,1                        | 3,7                                    |
| Kraljevo              | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 7,7                         | 0,4                                    |
| S.Trstenik I          | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 48,4                        | 3,6                                    |
| S.Trstenik II         | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 53,3                        | 1,5                                    |
| Stopanja              | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 0,4                         | 1,7                                    |
| Kruševac              | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 17,0                        | 0,7                                    |
| Žitorodja             | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 1,7                         | 4,4                                    |
| Doljevac              | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 8,0                         | 1,2                                    |
| Žitkovac              | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 0,0                         | 0,2                                    |
| Čuprija               | Gajnjača - Brown forest soil                       | 11,9                        | 0,4                                    |
| Miloševac             | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 8,5                         | 1,1                                    |
| Ljubičevo             | Aluvijum - Aluvium deposits                        | 6,6                         | 0,2                                    |
| Godomin               | Ritska crnica -<br>Black hydromorphic mineral soil | 0,0                         | 1,8                                    |
| Prosek - Average      |  | 13,3                        | 1,6                                    |
| V. Morava             |  | 0,8                         | 0,6                                    |

Tabela 4. Sadržaj nitrata i fosfata u vodama bunara lokaliteta Jelenak.

Table 4. Content of nitrate and phosphate in well waters of the Jelenak locality.

| Oznaka bunara -<br>Tip zemljišta - | Number of well<br>Type of soil | NO <sub>3</sub> -N (ppm) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm) |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 1 - Smonica                        | Smonitza                       | 49,3                     | 0,4                                 |
| 2 - Smonica                        | Smonitza                       | 40,8                     | 1,0                                 |
| 3 - Smonica                        | Smonitza                       | 3,1                      | 2,0                                 |
| 4 - Smonica                        | Smonitza                       | 19,6                     | 3,6                                 |
| 5 - Smonica                        | Smonitza                       | 0,0                      | 4,0                                 |
| 6 - Smonica                        | Smonitza                       | 0,0                      | 1,9                                 |
| 7 - Smonica                        | Smonitza                       | 6,5                      | 3,8                                 |
| 8 - Smonica                        | Smonitza                       | 0,7                      | 19,6                                |
| 9 - Smonica                        | Smonitza                       | 0,4                      | 32,0                                |
| 10 - Smonica                       | Smonitza                       | 111,6                    | 0,7                                 |
| 11 - Smonica                       | Smonitza                       | 104,6                    | 0,7                                 |
| 12 - Smonica                       | Smonitza                       | 114,8                    | 0,4                                 |
| Prosek - Average                   |                                | 37,6                     | 5,8                                 |

Zagadjivanje površinskih voda spiranjem đubriva sa nagnutih površina može da bude znatno, naročito ako posle primene đubriva nastanu intenzivne padavine pa se formira slobodna voda po površini, posebno u slučaju kada je mala infiltrabilnost a znatne su padavi-



ne u kratkom vremenskom intervalu. U tom slučaju se formira slobodna voda koja teče po padu površine. Prema tome, problem koji može prouzrokovati intenzivna primena đubriva je mogućnost zagađivanja spiranjem elemenata đubriva do površinskih voda. Ova pojava se više ispoljava posle jačih padavina, koje izazivaju oticanje rastvora (čestica i vode), posebno ako su mineralna đubriva primenjena po površini zemljišta. Prema našim dobijenim rezultatima maksimalno spiranje nitrata azota može biti oko 8 kg/ha i oko 10 kg/ha  $P_2O_5$ , što u svakom slučaju nije zanemarujuće za većinu regiona Srbije (spiranje zavisi od nagiba površine, doze đubriva, načina obrade i intenziteta padavina, u ovom slučaju nagib površine bio je 10%).

Uticaj intenzivne primene đubriva na sadržaj nitrata u povrtarskim biljkama u poslednje vreme se znatnije ispoljava. Dobijeni podaci analizom prosečnih uzoraka biljnog materijala nekih povrtarskih biljaka koje su više đubrene azotnim đubrivima, pokazuju da je došlo do znatne akumulacije nitrata u tkivima ovih biljaka (tabela 5a).

Tabela 5. Sadržaj nitrata i fosfata u vodi drenažnog sistema "Varna".

Table 5. Content of nitrate and phosphate in water of the "Varna" drainage system.

| Skupljač - Collector<br>Tip zemljišta - Type of soil | $NO_3-N$ (ppm) | $P_2O_5$ (ppm) |
|--|----------------|----------------|
| 1 - Pseudoglej - Pseudoglej                          | 1,0            | 0,7            |
| 2 - Pseudoglej - Pseudoglej                          | 1,0            | 0,4            |
| 3 - Pseudoglej - Pseudoglej                          | 1,2            | 0,5            |
| 4 - Pseudoglej - Pseudoglej                          | 1,0            | 0,4            |
| 5 - Pseudoglej - Pseudoglej                          | 0,8            | 0,2            |
| Bunar - Well 30 m                                    | 0,3            | 0,4            |

Tabela 5a. Sadržaj nitrata u nekim povrtarskim kulturama (ppm).

Table 5a. Nitrate content in some vegetable crops (ppm).

| Kultura - Crop     | ppm $NO_3-N$ u suvoj materiji<br>in dry matter |
|--------------------|--|
| Salata - Lettuce   | 3.459  |
| Crni luk - Onion   | 948  |
| Šargarepa - Carrot | 559  |
| Spanać - Spinach   | 2.000  |

Proučavanje postupka za smanjenje ispiranja nitrata u zemljištu je veoma važno i treba mu posvetiti veću pažnju.

Primena preparata N-serve značajno je usporila proces nitrifikacije azota (nastajanje  $NO_3$ ) iz uree na ispitivanom zemljištu (usled smanjenja populacije bakterija nitrifikatora) (tab. 6). Registrovano

je smanjenje nitrifikacije i do 50% u varijantama gde je primenjen inhibitor.

Usporavanjem nitrifikacije u svakom slučaju se smanjuje i potencijalna mogućnost za ispiranje nitrata do podzemne vode. U isto vreme povećavaju se uslovi za bolje iskorišćavanje azota iz đubriva, a čime se omogućava rentabilnija proizvodnja, posebno u uslovima gde ne postoji mogućnost za jače ispiranje nitrata u zemljištu. Ipak ostaje otvoreno pitanje da li su biljke u procesu delovanja inhibitora dovoljno snabdevene sa mineralnim ( $\text{NO}_3$ ) azotom kao hranivom u toku rasta i kako se odražava na mikrobiološku populaciju.

Tabela 6. Uticaj N-serva na nitrifikaciju uree u aluvijumu.

Table 6. Effect of N-serva on nitrification of urea in aluvium deposits.

| Varijante<br>Treatment | Sadržaj $\text{NO}_3\text{-N}$ (ppm) po danima<br>Content of $\text{NO}_3\text{-N}$ (ppm) per days |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
|                        | 7  | 14   | 21   | 28   | 35   | 42   | 49   |      |
| N + 0                  | 40,0   | 71,6 | 77,0 | 94,6 | 88,1 | 87,0 | 87,5 |      |
| N + S <sub>1</sub>     | $\text{NO}_3$<br>ppm   | 28,9 | 43,6 | 57,8 | 65,5 | 69,7 | 81,4 | 78,6 |
|                        | N=100%   | 72   | 61   | 75   | 69   | 79   | 93   | 90   |
| N + S <sub>2</sub>     | $\text{NO}_3$<br>ppm   | 24,5 | 39,3 | 43,3 | 50,1 | 63,9 | 74,5 | 69,6 |
|                        | N=100%   |      |      |      |      |      |      |      |

S<sub>1</sub> = 2 kg/ha N-serva; S<sub>2</sub> = 4 kg/ha N-serva

#### ZAKLJUČAK

Navedena istraživanja u izvesnom stepenu ukazuju da mineralna đubriva lošijeg kvaliteta, odnosno većeg sadržaja teških metala olova i kadmijuma, su u izvesnom stepenu mogući potencijalni zagadivači obradivog zemljišta, ali u manjoj meri nego frekventne saobraćajnice i urbana i industrijska naselja.

Takodje povećane doze i intenzivna primena mineralnog đubriva uslovljava viši nivo sadržaja hraniva u zoni korenovog sistema biljaka. Medjutim, pri određenim agrometeorološkim uslovima zavisno od tipa zemljišta, kulture useva, može nastati ispiranje nitrata iz zone korenovog sistema biljaka u dublje slojeve ka podzemnoj vodi.

Spiranje nitrata i fosfata sa nagnutih površina zavisi od stepena nagiba površine, obrade površine, doze đubriva, načina primene i intenziteta padavina. Pri korišćenju nagnutih površina u poljoprivrednoj proizvodnji, neophodno je obratiti pažnju na pomenute uslove, kako bi bila što manja erozija i spiranje hraniva biljaka.

Takodje, značajno je izučavanje postupaka za smanjenje ispiranja nitrata, tj. da se zadrži u zoni korenovog sistema (kao hranivo biljaka), kao što je primena preparata N-serya jer usporava prelaženje  $N \rightarrow NO_2 \rightarrow NO_3$  (nitrifikaciju) ili pak primena organske mere u cilju konzerviranja (imobilizacije) jednog dela mineralnog azota djubriiva u organski oblik.

MINERAL FERTILIZERS AS POTENTIAL POLLUTANTS OF THE SOIL,  
DRAINAGE SYSTEMS AND UNDERGROUND WATERS

R. Filipović, D. Stevanović<sup>1</sup> and S. Simić

Institute for the Application of Nuclear Energy in Agriculture,  
Veterinary Medicine and Forestry, Beograd-Zemun, Yugoslavia

<sup>1</sup>Soil Research Institute, Beograd, Yugoslavia

Summary

In this paper, attention was directed at investigating the potential pollution of the soil by the heavy metals lead and cadmium throught the intensive application and increased doses of mineral fertilizers. The effect of the application of mineral fertilizers during intensive agricultural production on the increased content of nitrate (and phosphate, to a lesser degree) in the waters of drainage systems and underground waters, as running waters, has been examined. Samples were taken from regions under intensive application of fertilizer and those where fertilizer was not applied (so far as it was evident) and the total content of the heavy metals lead and cadmium and nitrate was determined. The content of nitrate and phosphate was determined in garden wells and drainage systems.

The obtained results imply that the intensive application of mineral fertilizers, depending on the agrometeorological conditions, type of soil and type of crop, can increase the content of nitrate in well waters, and, therefore, in underground waters as well. The uptake of the heavy metals lead and cadmium is increased since they are included in mineral fertilizers. However, in order to obtain statistically reliable results on the effect of fertilizer on increased levels of lead and cadmium, it would be necessary to take more samples, use higher rates of fertilizer, and to exclude the effect of traffic arteries, industry and cities.

## LITERATURA

Filipović, R. (1980): Fertilizer - Nitrogen Residues; Useful Conservation and Pollutant Potential under maize. Printed in the Soil Nitrogen as Fertilizer of Pollutant. Joint FAO/IAEA Division of atomic Energy in Food and Agriculture, Vienna.

Filipović, R. and Stevanović, D. (1980): Soil and water nitrate levels in relation to Fertilizer Utilization in Yugoslavia. Printed in the Soil Nitrogen as Fertilizer of Pollutant. Joint FAO/IAEA Division of atomic Energy in Food and Agriculture. Vienna.

Filipović, R. i Šimić, S. (1980): Kruženje azota u agro-ekosistemu i mogućnosti zagađivanja podzemne vode. Saopšten na VI Kongresu Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta. Juna 6.-12. Novi Sad.

Stevanović, D. i Filipović, R. (1980): Eutrofikacija voda nitratima i fosfatima iz zemljišta. Saopšten na VI Kongresu Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta. Juna 6.-12. Novi Sad.

Winteringham, W. P. (1974): Nitrogen residues problems of food and agriculture, IAEA PL439/1.

Winteringham, W. P. (1976): Nitrogen balance studies with particular reference to nitrogen source and mineral nitrogen levels as a function of agricultural practices. Second Research Coordination Meeting, Zemun.

Frissel, J. M. (1977): Nitrogen cycling in agro-ecosystem. Some summarising data. ESNA Newsletter. Uppsala - Sweden.

Bolt, G. H. and Bruggenwert M. G. (1976): Soil Chemistry-Developments in Soil Science 5A, Elsev. Scient. Publich. comp., Amsterdam.

Kolenbrander, G. J. (1969): Nitrate content and nitrogen loss in drainwater. Neth. J. Agric. Sci.

Kolenbrander, G. J. (1971): The eutrophication of Surface, waters as a result of agriculture and urban populations. Stikstof, 6.

Kolenbrander, G. J. (1977): Nitrogen in organic matter and Fertilizer as a source of pollution, Prog. Wat. Tech. Vol. 8.

Vojinović, Ž., Petrović, V. (1963): O uticaju mineralnih đubriva na mikrofloru i mikrobiološke procese u zemljištu, Zemlj. i biljka, No 1-3.

Vojinović, Ž. (1973): Dinamika populacije nekih mikroorganizama kao odraz režima azota u zemljištu. Zemlj. i biljka No 2.

Haghiri, F. (1973): Cadmium uptake by plants. J. Envir. Qual. 2:93-96.

Jones, L. H.; Hinesly, T.; and Zingler El (1973): Cadmium content of soybeans grown in sewage sludge amended soil. J. Envir. Qual 2:351-353.

Lagerwerff, J. V. (1972): Lead, mercury and cadmium as environmental contaminants. Chapt. 23 in Micronutrients in Agriculture pp 593-586.

Page, A.L.; Binham, F.T. and Nielson, C. (1972): Cadmium absorption and growth of various plant species influenced by Solution Cadmium Concentration. J. Envir. Qual. 1: 288-291.

Alloway, B. J. (1979): The Soil and vegetation of areas affected by mining for non ferrous metallic ores with species reference to Cd, Cu, Pb, and Zn.

Nikolić, R. (1979): Prilog toksikološkom i biohemijskom problemu kadmijuma. Doktorska disertacija, Farmac. fak. Beogradski Univerzitet.

Nakos, G. (1979): Lead pollutions, fate of lead in the Soil and effects on pinus halepensis. Plant and Soil. Vol. 53. No 4. PLSOA 53 (4), 407. 563.

Krishnamurty, K. et al. (1976): Atomic. Abs. Newsletter, 5, 3, 68.

Allan. J. (1961): Analyst 86, 655.

Chow, T. (1976): Chem. in Brit, 2, 258.

Bremner, M. (1965): Methods of soil Analysis-Part 2: Chemical and Microbiological Properties (Black, C.A. et al.). Am. soc. Agro., Madison.

Projekat SRS: Zagadjivanje i dekontaminacija zemljišta.

