

"Zbornik radova", Sveska 42, 2006.

**Originalni naučni rad - Original scientific paper**

**KARAKTERIZACIJA I UREĐENJE ZEMLJIŠTA ZA PROIZVODNJU  
VISOKO VREDNE HRANE OD PŠENICE, KUKURUZA, SOJE,  
SUNCOKRETA, POVRĆA I KROMPIRA**

*Sekulić, P.<sup>1</sup>, Hadžić, V.<sup>2</sup>, Ubavić, M.<sup>2</sup>, Maksimović, Livija<sup>1</sup>, Nešić, Ljiljana<sup>2</sup>*

**IZVOD**

U okviru karakterizacije zemljišta izvršen je veliki broj aktivnosti koje su izvedene u toku tri godine istraživanja na različitim lokalitetima na kojima se proizvodi kukuruz, pšenica, soja, suncokret, povrće i krompir na određenim sirovinским područjima. Na početku istraživanja je obavljeno prikupljanje postojećih literaturnih podataka o kvalitetu zemljišta i testiranje i usaglašavanje analitičkih metoda sa standardima EU. Zatim rekognosciranje terena, terenska istraživanja i prikupljanje uzoraka zemljišta, kao i podzemne vode i vode za navodnjavanje gde je za to bilo osnova. U okviru terenskih istraživanja utvrđivani su i efekti sabijanja zemljišta na prinos. U uzorcima zemljišta određena su vodno - fizička svojstva, osnovna hemijska svojstva, sadržaj makro-, mikroelemenata i teških metala, mikrobiološka svojstva, sadržaj policikličnih aromatičnih ugljovodonika, i radionuklida.

Za zemljišta koja imaju ograničenja za proizvodnju visoko vredne hrane (alkalna i kisela zemljišta), na osnovu ogleđa u polju sa različitim varijantama meliorativnih mera, kao i na osnovu monitoringa sa stacionarnih oglednih polja koja reprezentuju dominantne tipove zemljišta centralne Srbije, data su tehnološka rešenja za njihovu popravku.

**KLJUČNE REČI:** zemljište, hemijska svojstva, opasne i štetne materije, mikroorganizmi

**Uvod**

Zemljište je značajna karika u lancu kruženja materije i energije u prirodi. Kvalitet poljoprivrednih proizvoda u velikoj meri zavisi od zemljišta, stoga

- 
- 1 Dr Petar Sekulić, naučni savetnik, dr Maksimović Livija, naučni saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu
  - 2 Dr Vladimir Hadžić, redovni profesor u penziji, dr Momčilo Ubavić, redovni profesor, dr Ljiljana Nešić docent, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu.

očuvanje i zaštita njegovih hemijskih, fizičkih i mikrobioloških svojstava ima izuzetan ekološki i ekonomski značaj (Hadžić i sar. 2004).

U poslednje vreme zemljište je sve više izloženo različitim vrstama degradacije i kontaminacije koja je najčešće posledica aktivnosti čoveka. Prema Olde-manu (1988), posebno se izdvajaju sledeće vrste degradacije zemljišta uzrokovane aktivnošću čoveka: degradacija hemijskih svojstava (gubitak hraniva, zagađenje zemljišta, zakišeljavanje, zaslaljivanje i dr.), fizičkih svojstava (sabijanje zemljišta, pogoršanje strukture, stvaranje pokorice i dr.) kao i bioloških svojstava (poremećaj u biološkoj i mikrobiološkoj aktivnosti zemljišta). Sem toga, kontaminacija zemljišta organskim i neorganskim zagađivačima (hazardnim materijama) je ono na čega se danas mora obratiti posebna pažnja. Ova jedinjenja obuhvataju veliki broj različitih toksičnih, radioaktivnih i dr. materija, koje u zemljištu mogu biti prirodnog porekla, kao što su različita organska jedinjenja koja nastaju kao rezultat hemijskih i biohemijskih procesa u zemljištu i koja imaju negativan uticaj na zdravlje ljudi (Dragun, 1998).

Globalne promene mogu se uočiti samo monitoringom definisanog mesta istraživanja kroz određeni vremenski period. Na području Vojvodine do sada su vršena istraživanja globalnog stanja plodnosti zemljišta (Kastori, 1993, Hadžić, 1996), na osnovu kojih Vojvodina predstavlja pogodno područje za proizvodnju visokovredne hrane.

U skladu sa principima održive poljoprivrede i zaštite životne sredine kao i u cilju ostvarenja zahtevanog kvaliteta finalnih proizvoda u poljoprivrednoj proizvodnji, od strane MNTR Republike Srbije pokrenuto je više projekata u okviru Nacionalnog programa biotehnologija i agroindustrija. U ovom radu ukratko je prikazan deo rezultata istraživanja na četiri projekta koja se odnose na Karakterizaciju i uređenje zemljišta za proizvodnju visoko vredne hrane od pšenice, kukuruza, suncokreta, soje, povrća i krompira, koji su realizovani u prethodnom trogodišnjem periodu (2002-2004. god).

U okviru karakterizacije zemljišta izvršen je veliki broj aktivnosti koje su izvedene u sve tri godine istraživanja na različitim lokalitetima sa određenih sirovinskih područja. Na početku je obavljeno prikupljanje postojećih literaturnih podataka o kvalitetu zemljišta i testiranje i usaglašavanje analitičkih metoda sa standardima EU. Zatim rekognosciranje terena, terenska istraživanja i prikupljanje uzoraka zemljišta, kao i podzemne vode i vode za navodnjavanje gde je za to bilo osnova. U okviru terenskih istraživanja utvrđivani su i efekti sabijanja zemljišta na prinos. U uzorcima zemljišta određena su vodno - fizička svojstva, osnovna hemijska svojstva, sadržaj makro-, mikroelemenata i teških metala, policikličnih aromatičnih ugljovodonika, mikrobiološka svojstva i sadržaj radionuklida.

U cilju ostvarenja zahtevanog kvaliteta finalnih proizvoda iz "Nacionalnog programa" rezultati ovih istraživanja treba da omoguće izradu sertifikata o kvalitetu zemljišta, stanju plodnosti i sadržaju štetnih i opasnih materija na osnovu kojih će se izdvajati površine koje su pogodne za predviđenu biljnu proizvodnju bez rizika, kao i mere popravke onih površina zemljišta koja ne zadovoljavaju kriterijume za proizvodnju visoko vredne hrane po važećim standardima kvaliteta EU.

**NIO realizatori istraživanja:** Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Prirodnomatemički fakultet, Novi Sad, Institut za zemljište, Beograd, Poljoprivredni fakultet Zemun, Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd, Agronomski fakultet Čačak.

**Korisnici rezultata istraživanja:** "7. Juli" Debrč, AD "Danubius" Novi Sad

ZZ "Kumane" Kumane, "sojaprotein" AD za preradu soje, bečeje, PIK BEČEJ POLJOPRIVREDA AD, RJ RATARSTVO, Bečeje, AD Prehrambena industrija ALEVA Novi Kneževac, Poslovni sistem BAG & DEKO Bačko Gradište, DPP 7. Juli Gaj, "Solanum komerc" - Guča, D.o.o. "Seme-Golija" - Raška, "Etnoart" - Koštunići, A.D. "Maglič" - Maglič.

## **Materijal i metod rada**

### ***Terenska istraživanja***

Za karakterizaciju zemljišta na kojima su se proizvodili pšenica i kukuruz izabrane su proizvodne parcele na sledećim lokalitetima: A.D. "Pionir" lokalitet Srbobran, PIK Kovin "Ratarstvo" lokalitet Skorenovac, DP "Zmajev" lokalitet Zmajev, PD "Sloga" lokalitet Kać, PIK "Bečeje" lokalitet Bečeje A.D. "1. maj" lokalitet Ruski Krstur.

Za karakterizaciju zemljišta na kojima su se proizvodili soja i suncokret izabrane su proizvodne parcele na sledećim lokalitetima: PIK "Bečeje", "Agrodunav" Karavukovo, ZZ "Graničar" Adaševci, parcela sa sirovinskog područja "Sojaprotein"-a, Bečeje i parcela privatnih proizvođača iz Srema i Banata.

Za karakterizaciju zemljišta na kojima su se proizvodili povrće i krompir, izabrane su proizvodne parcele na sledećim lokalitetima: "BAG" - Bačko Gradište, "PIK Bečeje" - Bečeje, "ALEVA" - Novi Kneževac, ZZ "Podunavlje" Futog. Ispitivanjima su obuhvaćena tradicionalna područja za proizvodnju krompira, sa povoljnim pedoklimatskim uslovima. "Maglič" iz Maglića i "Bag & Deko" iz Bačkog Gradišta na teritoriji Vojvodine i "Solanum komerc" iz Guče, "Seme-Golija" iz Raška i "Etnoart" iz Koštunića na području centralne Srbije.

Na svim ispitivanim lokalitetima u toku trogodišnjeg perioda istraživanja, otvoreni su pedološki profili u kojima je opisana spoljašnja i unutrašnja morfologija zemljišta i prikupljeni su uzorci u poremećenom i prirodno neporemećenom stanju iz pojedinih genetičkih horizonata, za potrebe laboratorijskih istraživanja. Uzorci za kontrolu plodnosti zemljišta su uzeti agrohemijskom sondom sa dubine od 0-30 cm (jedan srednji uzorak je formiran od 20-25 pojedinačnih i prezentuje površinu od 5 ha).

### ***Laboratorijska istraživanja***

Laboratorijska istraživanja vodno-fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta i sadržaja opasnih i štetnih materija obavljena su u laboratoriji Zavoda za zemljište, agroekologiju i đubriva, Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, dok je koncentracija aktivnosti prirodnih i veštačkih radionuklida u zem-

ljištu izmerena u referentnoj laboratoriji Katedre za nuklearnu fiziku, Instituta za fiziku Prirodno matematičkog fakulteta u Novom Sadu.

Ispitivanja vodno-fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta izvršena su standardnim metodama, koje su priznate od strane Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta. Ukupan sadržaj mikroelemenata i teških metala Cu, Zn, Pb, Cd, Ni i Cr izmeren je pomoću atomskog apsorpcionog spektrofotometra (AAS) Varian Spectra 600 plamenom tehnikom posle razaranja uzoraka kuvanjem sa  $\text{HNO}_3$  sa dodatkom  $\text{H}_2\text{O}_2$ . (Alloway, 1995).

Biološka aktivnost zemljišta po dubini profila praćena je na osnovu brojnosti pojedinih grupa mikroorganizama i aktivnosti enzima nitrogenaze.

Policiklični aromatični ugljovodonici (PAHs) su iz zemljišta ekstrahovani ugljen dioksidom uz pomoć uređaja SFE HP 7680A. Analiza ekstrakata zemljišta izvedena je primenom tečne hromatografije.

Koncentracija aktivnosti članova prirodnih nizova  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ , i veštački stvorenih izotopa pre svega  $^{137}\text{Cs}$ , izmerena je gama spektrometrijskom metodom pomoću visokorezolucionog HPGe g - spektrometra proizvođača ORTEC.

### ***Osnovna hemijska svojstva zemljišta***

Na osnovu detaljnih terenskih i laboratorijskih istraživanja utvrđeno je da je na većini ispitivanih lokaliteta u Vojvodini zastupljeno zemljište iz reda automorfni, klase humusno akumulativnih, tip černoze, podtip na lesu i lesolikim sedimentima, sa varijacijama na nivou varijeteta i forme. Sem černoze uzorci su uzimani i sa zemljišta tipa fluvisol i humoglej, dok su uzorci sa zemljišta na kojima se proizvodi krompir u centralnoj Srbiji, uzimani sa zemljišta tipa luvisol, pseudoglej i kalkokambisol. Detaljni rezultati ispitivanja morfoloških, vodno-fizičkih i hemijskih svojstava ovih zemljišta prikazani su u objavljenim radovima (Hadžić i sar. 2002, Ubavić i sar. 2002, Sekulić i sar. 2003, Nešić i sar. 2005).

Lokaliteti na kojima je zemljište uzorkovano su međusobno geografski dovoljno udaljeni pa zbog toga postoje određene razlike u pogledu osnovnih hemijskih osobina i koncentracije teških metala u njima, koje su rezultat uticaja nekoliko faktora, pre svega sastava matičnog supstrata, delovanja podzemnih voda, klimatskih karakteristika lokaliteta i načina korišćenja zemljišta u dužem vremenskom periodu. Da bi se izbegla pogrešna tumačenja rezultata usled ovih razlika, rezultati su prikazani na nivou lokaliteta.

Srednje, minimalne i maksimalne vrednosti važnijih hemijskih osobina ispitivanih zemljišta, izražene na nivou lokaliteta, prikazane su u tabelama 1-3.

Analize pokazuju ujednačenost vrednosti u onim osobinama na koje se ne deluje primenom đubriva (pH,  $\text{CaCO}_3$ , humus). Izražena je velika neujednačenost sadržaja fosfora na nivou parcela. Uzrok ovome je nepravilno đubrenje fosforom. Slično je i sa sadržajem pristupačnog kalijuma, ali je ovo odstupanje značajno manje.

Tab. 1. Osnovna hemijska svojstva zemljišta na lokalitetima na kojima se proizvode pšenica i kukuruz

Tab. 1. Basic chemical soil properties

| Lokalitet i broj uzoraka | Variaciona širina i s. vrednost | pH   |                  | CaCO <sub>3</sub> % | Humus % | N %   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|--------------------------|---------------------------------|------|------------------|---------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|
|                          |                                 | KCl  | H <sub>2</sub> O |                     |         |       | mg/100g                       |                  |
| Pionir Srbobran 75       | Min.                            | 7.59 | 8.39             | 6.21                | 3.24    | 0.214 | 17.12                         | 20.00            |
|                          | Max.                            | 7.86 | 8.55             | 16.99               | 3.77    | 0.248 | 43.33                         | 33.59            |
|                          | S.vrednost                      | 7.73 | 8.46             | 11.86               | 3.45    | 0.227 | 28.49                         | 25,45            |
| Skorenovac 10            | Min.                            | 6.28 | 7.24             | 1.56                | 3.13    | 0.206 | 11.9                          | 13.6             |
|                          | Max.                            | 6.88 | 7.61             | 3.37                | 8.41    | 0.555 | 23.7                          | 16.8             |
|                          | S.vrednost                      | 6.68 | 7.46             | 2.25                | 6.56    | 0.432 | 18.37                         | 15.30            |
| PIK Bečej 25             | Min.                            | 7,35 | 8,17             | 12,74               | 0,38    | 0,021 | 2,5                           | 6,4              |
|                          | Max.                            | 7,7  | 8,61             | 39,09               | 3,97    | 0,259 | 32                            | 72,5             |
|                          | S.vrednost                      | 7,52 | 8,33             | 18,32               | 3,12    | 0,20  | 18,83                         | 38,46            |
| Debrc 12                 | Min.                            | 4,1  | 4.56             | 0                   | 1,46    | 0.09  | 11,58                         | 22,6             |
|                          | Max.                            | 6,81 | 7.32             | 0                   | 2,39    | 0.15  | 25,21                         | 39,2             |
|                          | S.vrednost                      | 5,46 | 5.98             | 0                   | 1,77    | 0.11  | 16,74                         | 29,70            |
| Ruski Krstur 8           | Min.                            | 7,31 | 8,14             | 12,79               | 0,37    | 0,028 | 2,3                           | 6,4              |
|                          | Max.                            | 7,93 | 8,56             | 40,51               | 6,45    | 0,226 | 30,8                          | 30               |
|                          | S.vrednost                      | 7,55 | 8,30             | 22,71               | 2,91    | 0,17  | 17,75                         | 18,70            |
| Kać 5                    | Min.                            | 5,63 | 6,80             | 0                   | 1.85    | 0.19  | 3,9                           | 9,1              |
|                          | Max.                            | 7,05 | 7,92             | 22,11               | 3.24    | 0.22  | 7,4                           | 29,1             |
|                          | S.vrednost                      | 6.34 | 7.36             | 11.05               | 2.54    | 0.20  | 5.65                          | 19.1             |
| Zmajevc 6                | Min.                            | 6,37 | 7,38             | 1,25                | 2,91    | 0,17  | 6,50                          | 16,40            |
|                          | Max.                            | 7,93 | 8,56             | 40,51               | 6,45    | 0,24  | 30,80                         | 30,00            |
|                          | S.vrednost                      | 6,96 | 7,87             | 11,97               | 3,83    | 0,21  | 13,23                         | 19,65            |

Tab. 2. Osnova hemijska svojstva zemljišta na lokalitetima na kojima se proizvode soja i suncokret

Tab. 2. Basic chemical soil properties

| Lokalitet i broj uzoraka     | Variaciona širina i s. vrednost | pH   |                  | CaCO <sub>3</sub> % | Humus % | N %   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|------------------------------|---------------------------------|------|------------------|---------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|
|                              |                                 | KCl  | H <sub>2</sub> O |                     |         |       | mg/100g                       |                  |
| Karavukovo 13 Soja suncokret | Min                             | 7.22 | 8                | 2.51                | 2.57    | 0.138 | 6.96                          | 8.2              |
|                              | Max                             | 7.39 | 8.23             | 15.08               | 3.59    | 0.243 | 12.1                          | 10.9             |
|                              | S. vrednost                     | 7.31 | 8.12             | 7.97                | 3.05    | 0.12  | 9.93                          | 9.5              |
| Bečej 30 Soja suncokret      | Min                             | 6.78 | 7.91             | 0.68                | 2.41    | 0.142 | 16.8                          | 20               |
|                              | Max                             | 7.75 | 8.47             | 23.37               | 4.29    | 0.272 | 54.7                          | 54.5             |
|                              | S. vrednost                     | 7.47 | 8.14             | 13.08               | 3.71    | 0.24  | 29.1                          | 31.82            |
| Adaševci 12 Soja suncokret   | Min                             | 7.06 | 8.06             | 4.25                | 2.77    | 0.206 | 4,8                           | 16.4             |
|                              | Max                             | 7.34 | 8.30             | 13.17               | 4.05    | 0.265 | 10.7                          | 32.7             |
|                              | S. vrednost                     | 7.14 | 8.15             | 9.48                | 3.36    | 0.24  | 8.23                          | 20.3             |
| Srem 17 Soja suncokret       | Min                             | 6,52 | 7,78             | 0,25                | 1,78    | 0,155 | 4,1                           | 16,4             |
|                              | Max                             | 7,63 | 8,84             | 11,83               | 3,87    | 0,315 | 58                            | 61,5             |
|                              | S. vrednost                     | 6,22 | 8,33             | 4,22                | 2,48    | 0,20  | 19,21                         | 24,47            |
| Banat 13 Soja suncokret      | Min                             | 5,57 | 6,67             | 0                   | 2,17    | 0,175 | 3,8                           | 13,6             |
|                              | Max                             | 7,72 | 8,56             | 19,57               | 4,63    | 0,306 | 62,1                          | 40,9             |
|                              | S. vrednost                     | 6,96 | 7,93             | 6,67                | 3,15    | 0,24  | 16,92                         | 24,39            |

Tab. 3. Osnovna hemijska svojstva zemljišta na lokalitetima na kojima se proizvode povrće i krompir

Tab. 3. Basic chemical soil properties

| Lokalitet i broj uzoraka | Variaciona širina i s. vrednost | pH   |                  | CaCO <sub>3</sub> % | Humus % | N %   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|--------------------------|---------------------------------|------|------------------|---------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|
|                          |                                 | KCl  | H <sub>2</sub> O |                     |         |       | mg/100g                       |                  |
| Bag & Deko 74            | Min                             | 7,58 | 8,19             | 4,49                | 2,786   | 0,184 | 21,98                         | 19,5             |
|                          | Max                             | 8,04 | 8,68             | 13,59               | 4,174   | 0,275 | 143,2                         | 95,0             |
|                          | S. vrednost                     | 7,77 | 8,47             | 8,90                | 3,324   | 0,219 | 43,58                         | 34,9             |
| PIK Bečej 52             | Min                             | 7,71 | 7,71             | 6,3                 | 2,970   | 0,196 | 23,05                         | 17,1             |
|                          | Max                             | 8,11 | 8,76             | 20,58               | 3,861   | 0,255 | 53,52                         | 49,5             |
|                          | S. vrednost                     | 7,93 | 8,52             | 14,48               | 3,364   | 0,222 | 32,73                         | 26,5             |
| Aleva Novi Kneževac 45   | Min                             | 7,05 | 7,89             | 1,54                | 2,440   | 0,161 | 14,51                         | 21,1             |
|                          | Max                             | 7,80 | 8,65             | 14,70               | 3,928   | 0,259 | 158,30                        | 76,5             |
|                          | S. vrednost                     | 7,57 | 8,18             | 6,33                | 3,011   | 0,199 | 40,60                         | 31,5             |
| Futog 21                 | Min                             | 5,79 | 6,28             | 0,41                | 1,25    | 0,082 | 7,5                           | 13,6             |
|                          | Max                             | 7,98 | 8,99             | 5,84                | 2,74    | 0,181 | 189,9                         | 63,5             |
|                          | S. vrednost                     | 7,05 | 7,97             | 2,40                | 1,74    | 0,11  | 54,01                         | 24,98            |
| Maglič                   | Min                             | 7,19 | 8,00             | 1,11                | 2,85    | 0,19  | 16,90                         | 18,20            |
|                          | Max                             | 7,68 | 8,43             | 12,95               | 3,91    | 0,25  | 40,20                         | 30,50            |
|                          | S. vrednost                     | 7,41 | 8,22             | 6,50                | 3,33    | 0,22  | 26,15                         | 24,00            |

## Teški metali u zemljištu

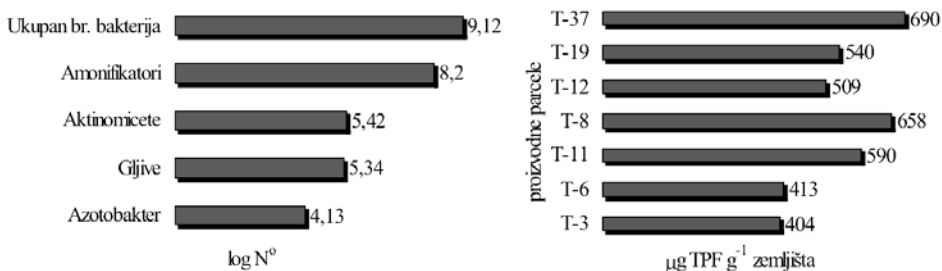
Mnogobrojni faktori utiču na ponašanje teških metala u zemljištu, a samim tim i na njihovu pokretljivost u zemljištu i pristupačnost za biljke: reakcija zemljišta, sadržaj organske materije i gline u zemljištu, mehanički sastav zemljišta, vlažnost, sadržaj kalcijum karbonata i dr. Bez obzira na kompleksne procese i dinamiku pojedinih elemenata, ukoliko je koncentracija teških metala u zemljištu značajno viša od uobičajene, to ukazuje na zagađenje iz antropogenih izvora, ili na akumulaciju iz prirodnih biogehemijskih procesa.

Sadržaj ispitivanih teških metala u zemljištima na kojima su se proizvodile ratarske kulture (pšenica, kukuruz, soja suncokret) (tab. 4, 5 i 6) je daleko ispod maksimalno dopuštene koncentracije (MDK). S obzirom na reakciju zemljišta na ispitivanim lokalitetima, nemože se očekivati veća mobilnost i pristupačnost ovih elemenata za biljke.

Ukupan sadržaj mikroelemenata i teških metala (tab. 7), u oraničnom horizontu ispitivanih parcela na kojima se proizvodilo povrće je ispod MDK prema Pravilniku o opasnim i štetnim materijama u zemljištu (Sl. Glasnik RS 23/94). Međutim prema Pravilniku o kvalitetu zemljišta za organsku biljnu proizvodnju (Sl. List SRJ 51/02), povećan sadržaj bakra utvrđen je u samo jednom uzorku, povećan sadržaj nikla u 47 uzoraka (razlog ovome je veoma strog kriterijum MDK za nikal od 30 ppm), dok je povećan sadržaj hroma utvrđen u samo dva uzorka. Sadržaj ostalih ispitivanih elemenata je ispod MDK i prema ovom pravilniku.

## Mikrobiološka aktivnost zemljišta

Na zemljištu tipa černozem, u periodu od 2002-2005 urađen je veliki broj mikrobioloških analiza. Utvrđeno je da je brojnost mikroorganizama veoma visoka i da uslovi u ovim zemljištima omogućuju normalno proticanje procesa sinteze i mineralizacije humusa (slika1.). Na osnovu zastupljenost i biodiverziteta ispitivanih grupa mikroorganizama i aktivnosti dehidrogenaze može se zaključiti da ispitivana zemljišta imaju visoku biogenost.



Slika 1. Brojnost mikroorganizama (log No na gram apsolutno suvog zemljišta) i aktivnost dehidrogenaze (DHA, µg TPF g<sup>-1</sup> zemljišta) na proizvodnim parcelama DPPD Maglić iz Maglića

Tab. 4. Ukupni sadržaj mikroelemenata i teških metala (u cc HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) u ispitivanim zemljištima na kojima se proizvodi pšenica

Tab. 4. Contents of microelements and heavy metals.

| Lokalitet   | Horizont  | Dubina sm | Cu mg/kg | Zn mg/kg | Co mg/kg | Mn mg/kg | As mg/kg | Pb mg/kg | Cd mg/kg | Ni mg/kg | Cr mg/kg |
|---|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Srbobran  | Amo,p     | 0-23      | 18.27    | 47.63    | 11.80    | 550.00   | -        | 43.10    | 1.15     | 34.12    | 13.00    |
|   | Amo       | 23-47     | 17.95    | 38.13    | 14.98    | 537.00   | -        | 46.95    | 1.32     | 33.98    | 12.33    |
|   | AC        | 47-104    | 13.47    | 36.32    | 27.80    | 363.33   | -        | 63.35    | 2.25     | 34.82    | 11.80    |
|   | C         | 104-155   | 12.18    | 38.07    | 30.65    | 345.50   | -        | 66.72    | 2.22     | 33.37    | 10.35    |
|   | CGso      | 155-200   | 13.18    | 49.07    | 24.40    | 382.00   | -        | 66.40    | 1.95     | 31.67    | 10.90    |
| Srednje vrednosti sadržaja mikroelemenata i teških metala u A horizontu |           |           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Srbobran-   | černo zem | 0-30      | 19,29    | 50,63    | 12,24    | 573,37   | -        | 42,04    | 1,09     | 34,01    | 8,33     |
| Skorenovac  | humoglej  | 0-30      | 31,13    | 77,72    | -        | -        | -        | 34,72    | 0,89     | 37,22    | 43,61    |
| Zmajevo   | černo zem | 0-30      | 21,05    | 60,2     | 11,82    | 651,5    | 7,08     | 23,83    | 0,26     | 32,41    | 30,97    |
| Kač   | fluvisol  | 0-30      | 18,99    | 77,413   | 9,385    | 391,33   | 7,478    | 23,44    | 0,33     | 24,77    | 22,00    |
| Kač   | černo zem | 0-30      | 33,60    | 78,598   | 14,924   | 704,52   | 7,338    | 26,73    | 0,24     | 42,80    | 39,71    |
|   | MDK       |           | 100,00   | 300,00   | /        | /        | 25,00    | 100,00   | 3,00     | 50,00    | 100,00   |

MDK = Maksimalno dozvoljena količina prema Pravilniku o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja (Sl, Glasnik RS 23/1994)



Tab. 5. Ukupni sadržaj mikroelemenata i teških metala u zemljištima na kojima se proizvodio kukuruz  
 Tab. 5. Contents of microelements and heavy metals, location

| Lokalitet            | Vrednosti | Cu    | Zn    | Fe    | Mn     | Co    | Pb    | Cd    | Ni    | Cr    |
|----------------------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                      |           | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg  | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Srbobran<br>černoze  | Max       | 20,66 | 53,88 | 21487 | 584,67 | 15,58 | 25,63 | 1,78  | 32,80 | 44,60 |
|                      | Min       | 17,23 | 48,66 | 18960 | 519,33 | 14,33 | 22,97 | 1,31  | 30,84 | 30,57 |
|                      | Prosek    | 18,83 | 51,52 | 20531 | 558,59 | 15,16 | 24,92 | 1,65  | 31,43 | 37,32 |
| Bečej<br>černoze     | Max       | 23,60 | 55,47 | /     | 598,33 | 24,10 | 80,27 | 1,90  | 37,47 | 7,27  |
|                      | Min       | 13,17 | 35,97 | /     | 394,33 | 11,53 | 48,53 | 0,93  | 32,13 | 4,47  |
|                      | Prosek    | 20,06 | 48,83 | /     | 534,38 | 16,28 | 57,73 | 1,32  | 34,95 | 5,88  |
| R. Krstur<br>černoze | Max       | 18,19 | 55,40 | /     | 544,03 | 9,90  | 18,25 | 0,29  | 26,87 | 24,70 |
|                      | Min       | 15,71 | 50,38 | /     | 515,01 | 8,97  | 16,68 | 0,27  | 24,89 | 22,75 |
|                      | Prosek    | 16,82 | 52,92 | /     | 532,94 | 9,39  | 17,59 | 0,28  | 25,68 | 23,64 |
|                      | MDK1      | 100   | 300   | /     | 1000   |       | 100   | 3     | 50    | 100   |
|                      | MDK2      | 50    | 150   | /     | /      |       | 50    | 0,80  | 30    | 50    |

MDK1= Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja Službeni Glasnik RS 23/1994.

MDK2 = Maksimalno dozvoljena količina prema Pravilniku o zemljištu za organsku proizvodnju (Sl. List SRS 51/02)

Tab. 6. Ukupni sadržaj mikroelemenata i teških metala u zemljištima na kojima se proizvodi soja i sunčokret (mg kg<sup>-1</sup>)  
 Tab. 6. Contents of microelements and heavy metals, location

| Lokalitet i broj uzoraka | Varijaciona širina, srednja vrednost | Cu    | Zn     | Fe*   | Mn   | Co    | As    | Pb    | Cd   | Ni     | Cr    |
|--------------------------|--------------------------------------|-------|--------|-------|------|-------|-------|-------|------|--------|-------|
| Karavukovo<br>13         | Min.                                 | 19.90 | 46.43  | 18.98 | 221  | 10.21 |       | 19.12 | 0.33 | 30.50  | 21.97 |
|                          | Max                                  | 29.20 | 74.60  | 24.60 | 434  | 15.48 |       | 29.62 | 1.23 | 43.07  | 35.83 |
|                          | S. vrednost                          | 25.20 | 62.58  | 22.43 | 320  | 13.70 |       | 25.09 | 0.77 | 36.53  | 27.92 |
| Bečej<br>30              | Min                                  | 16.97 | 44.83  | 18.50 | 437  | 10.80 |       | 20.25 | 0.37 | 34.17  | 6.53  |
|                          | Max                                  | 31.83 | 88.90  | 60.77 | 633  | 26.17 |       | 54.00 | 2.93 | 47.20  | 29.27 |
| Adaševci<br>20           | S. vrednost                          | 20.13 | 52.57  | 27.75 | 555  | 15.88 |       | 32.33 | 1.53 | 36.37  | 19.23 |
|                          | Min.                                 | 20.00 | 46.60  | 45.92 | 379  | 11.50 |       | 26.17 | 1.00 | 37.30  | 13.50 |
|                          | Max                                  | 23.07 | 51.83  | 50.90 | 535  | 17.40 |       | 39.47 | 1.43 | 42.10  | 16.47 |
| Srem<br>17               | S. vrednost                          | 21.13 | 49.53  | 48.11 | 442  | 14.48 |       | 32.55 | 1.24 | 39.01  | 14.98 |
|                          | Min.                                 | 20.74 | 63.17  |       | 465  | 11.68 | 6.96  | 19.29 | 0.3  | 36.34  | 32.98 |
|                          | Max                                  | 26.62 | 75.95  |       | 912  | 16.65 | 10.53 | 26.25 | 0.43 | 110.58 | 88.93 |
| Banat<br>13              | S. vrednost                          | 23.32 | 68.01  |       | 708  | 14.19 | 8.49  | 22.71 | 0.39 | 53.53  | 45.55 |
|                          | Min.                                 | 16.12 | 53.19  |       | 123  | 8.75  | 2.37  | 15.71 | 0.2  | 28.67  | 26.72 |
|                          | Max                                  | 32.58 | 122.43 |       | 990  | 17.8  | 8.67  | 27.76 | 0.61 | 50.22  | 40.52 |
| MDK**                    | S. vrednost                          | 22.35 | 69.95  |       | 495  | 11.59 | 6.42  | 20.88 | 0.33 | 33.72  | 32.64 |
|                          |                                      | 100   | 300    |       | 1000 |       |       | 100   | 3    | 50     | 100   |

\* Fe g kg<sup>-1</sup>; \*\* MDK Maksimalno dozvoljena koncentracija (Službeni Glasnik RS 23/1994).

Tab. 7. Sadržaj teških metala na zemljišnim parcelama za proizvodnju povrća  
 Tab. 7. Contents of microelements and heavy metals, location

|                         | Cu    | Zn    | Co    | Pb    | Ni    | Cr    | Fe       | Mn     | Cd    |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|-------|
|                         | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg    | mg/kg  | mg/kg |
| BAG&DEKO Bačko Gradište |       |       |       |       |       |       |          |        |       |
| Min                     | 18.10 | 49.60 | 15.87 | 22.23 | 25.00 | 25.37 | 18553.33 | 526.67 | 1.53  |
| Max                     | 56.50 | 62.37 | 21.67 | 36.20 | 34.67 | 49.37 | 23690.00 | 654.00 | 2.47  |
| Srednje                 | 21.15 | 54.09 | 19.12 | 29.08 | 29.63 | 34.16 | 21145.59 | 587.34 | 1.95  |
| PIK Bečej               |       |       |       |       |       |       |          |        |       |
| Min                     | 15.63 | 41.90 | 15.53 | 23.93 | 22.33 | 20.40 | 14873.33 | 427.67 | 0.83  |
| Max                     | 21.70 | 55.97 | 28.00 | 35.27 | 36.03 | 33.90 | 21053.33 | 591.33 | 2.30  |
| Srednje                 | 17.68 | 48.31 | 20.75 | 28.00 | 26.64 | 25.63 | 17676.41 | 497.03 | 1.60  |
| ALEVA Novi Kneževac     |       |       |       |       |       |       |          |        |       |
| Min                     | 15.53 | 43.07 | 12.43 | 15.37 | 18.87 | 22.60 | 12573.33 | 294.07 | 0.93  |
| Max                     | 31.80 | 97.00 | 21.83 | 32.67 | 41.17 | 52.17 | 29546.00 | 655.67 | 2.30  |
| Srednje                 | 21.14 | 57.44 | 18.34 | 22.44 | 28.69 | 35.88 | 19249.27 | 529.24 | 1.65  |

## ***Policiklični aromatični ugljovodonici u zemljištu***

Rezultati ispitivanja prisustva 15 karakterističnih predstavnika policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH-ova) prikazani u tab. 8. Na ispitivanim lokalitetima detektovano je prisustvo naftalena, antracena, fluorantena, i dibenzo(a,h)antracena. Ostala ispitivana jedinjenja su ispod granice detekcije za korišćeni sistem. Piren je detektovan samo u jednom uzorku na lokalitetu Bečeja i Adaševaca. Prosečne vrednosti ukupnog nađenog sadržaja PAH-ova na lokalitetima Bečeja i Karavukova su 0,367 i 0,444 mg kg<sup>-1</sup> apsolutno suvog zemljišta. Nađene prosečne količine su u skladu sa literaturnim navodima za ukupan sadržaj PAH-ova u urbanim zemljištima Ayaka, 1999. Na osnovu dobijenih vrednosti sadržaja PAH-ova i nivoa najmanjeg rizika ustanovljenog od strane američke agencije za zaštitu životne sredine (U.S. EPA 1993) koji za benzo(a)piren iznosi 0,1 mg kg<sup>-1</sup>, može se reći da je ukupan prosečan sadržaj PAH-ova u ispitanom zemljištu iznad granice minimalnog rizika. Kriterijumi koji su primenjenji u Americi su kao što se vidi, znatno strožiji od evropskih. Na primer vrednosti za maskimanlo dozvoljene koncentracije PAH-ova u zemljištu u Poljskoj su uslovljene načinom korišćenja zemljišta. Tako ostaci PAH-ova mogu biti 0,2-10 mg kg<sup>-1</sup> u poljoprivrednom zemljištu, dok je granica za industrijsko zemljište još viša i iznosi 50 mg kg<sup>-1</sup>. U našoj zemlji je tek potrebno ustanoviti MDK za ova jedinjenja u zemljištu. Imajući u vidu da su ovo PAH-ovi u zemljištu, a da je njihovo usvajanje od strane biljaka funkcija koncentracije i veličine molekula, a takođe i da ne postoji čvrsta korelacija između nivoa PAH-ova u zemljištu i u gajenim biljkama jer biljke takođe usvajaju ova jedinjenja i iz vazduha, može se zaključiti da je nivo PAH-ova u ispitanim uzorcima zemljišta takav da neće ugroziti proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane.

## ***Koncentracija aktivnosti radionuklida u ispitivanim zemljištima***

Radionuklid <sup>137</sup>Cs je prisutan u svim uzorcima zemljišta (tab. 9). Ovaj radionuklid potiče iz havarije nuklearne elektrane "Lenjin" u Černobilu 1986. godine. Obzirom da je period poluraspada ovog radionuklida 30 godina procesima relokacija i ispiranja će se preraspoređivati, ali i biti prisutan još dugo vremena u ekosistemu Vojvodine. Velika standardna devijacija i velika razlika između minimalne i maksimalne koncentracije aktivnosti <sup>137</sup>Cs pokazuju tipične osobine za zagađivač veštačkog porekla.

Odnos <sup>238</sup>U i <sup>226</sup>Ra se ne menja bitno u uzorcima. Obzirom da je koncentracija <sup>238</sup>U u svim uzorcima na uobičajenom nivou može se zaključiti da u izmerenim uzorcima nema indikacije za prisustvo osiromašenog urana.

Koncentracija aktivnosti prirodnog radioaktivnog niza <sup>232</sup>Th kao i <sup>40</sup>K se u svim uzorcima kreću u uobičajenim granicama. Generalno se može zaključiti da uzorci zemljišta sa ispitivanih lokaliteta ne ukazuju na povećanje radioaktivnosti koje bi ugrozilo proizvodnju hrane. Izmerene koncentracije aktivnosti <sup>137</sup>Cs, uzimajući u obzir transfer faktore ovog izotopa u biljke, ne bi trebalo da ugroze zdravstvenu bezbednost proizvedene hrane.

Tab. 8. Sadržaj policikličnih aromatičnih ugljovodonika u zemljištu ( $\text{mg kg}^{-1}$  apsolutno suvog zemljišta)  
 Tab. 8. Contents of PAHs in the soil

| Location | PAHs        |                |          |              |            |              |                        |        |               |          |               |               |                |               | Total |
|----------|-------------|----------------|----------|--------------|------------|--------------|------------------------|--------|---------------|----------|---------------|---------------|----------------|---------------|-------|
|          | Naphthalene | Acenaphthylene | Fluorene | Phenanthrene | Anthracene | Fluoranthene | dibenzo(a,h)anthracene | Pyrene | Benza(a)nttra | Chrysene | Benzo(b)fluor | Benzo(k)fluor | Benzo(a)pyrene | Indeno(1,2,3- |       |
| KAR      | Min         | 0.045          | nd       | 0.084        | nd         | nd           | 0.032                  | 0.062  | nd            | nd       | nd            | nd            | nd             | nd            | 0.094 |
|          | Max         | 0.081          | nd       | 0.127        | nd         | 0.128        | 0.057                  | 0.288  | nd            | nd       | nd            | nd            | nd             | nd            | 0.473 |
|          | x           | 0.061          | nd       | 0.104        | nd         | 0.079        | 0.042                  | 0.160  | nd            | nd       | nd            | nd            | nd             | nd            | 0.282 |
| BEC      | Min         | 0.005          | 0.013    | nd           | 0.021      | 0.001        | 0.008                  | 0.032  | 0.055         | 0.003    | 0.001         | 0.001         | nd             | nd            | 0.140 |
|          | Max         | 0.058          | 0.487    | 0.101        | 0.090      | 0.148        | 0.101                  | 0.079  | 0.126         | 0.061    | 0.073         | 0.002         | nd             | nd            | 1.326 |
|          | x           | 0.027          | 0.108    | 0.033        | 0.040      | 0.094        | 0.030                  | 0.050  | 0.082         | 0.013    | 0.015         | 0.002         | nd             | nd            | 0.495 |
| ADA      | Min         | 0.006          | 0.672    | nd           | 0.031      | 0.082        | 0.011                  | nd     | 0.046         | nd       | 0.001         | nd            | nd             | nd            | 0.977 |
|          | Max         | 0.009          | 0.922    | 0.008        | 0.041      | 0.095        | 0.012                  | nd     | 0.055         | 0.005    | 0.004         | 0.004         | 0.007          | 0.019         | 1.296 |
|          | x           | 0.008          | 0.797    | 0.008        | 0.036      | 0.089        | 0.012                  | nd     | 0.051         | 0.005    | 0.003         | 0.004         | 0.007          | 0.019         | 1.152 |

n.d. nije detektovano

Tab. 9. Aktivnost radionuklida u zemljištu

Tab. 9. Activity of radionuclides in the soil

| Radionuklid | Uzorak 1   | Uzorak 2   | Uzorak 3   |
|-------------|------------|------------|------------|
|             | Skorenovac | Skorenovac | Skorenovac |
|             | LPZ6K      | MPZ7K      | MPZ8K      |
| A [Bq/kg]   |            |            |            |
| 75Se        | <0.23      | <0.18      | <0.24      |
| 144Ce       | <1.3       | <1.6       | <3.0       |
| 141Ce       | <0.10      | <0.5       | <0.6       |
| 125Sb       | <0.8       | <0.6       | <0.6       |
| 7Be         | 3.0 2.5    | <4.4       | <2.5       |
| 103Ru       | <0.26      | <0.3       | <0.57      |
| 134Cs       | <0.21      | <0.16      | <0.25      |
| 124Sb       | <0.22      | <0.25      | <0.16      |
| 106Ru       | <5         | <2.5       | <2.3       |
| 110mAg      | <0.25      | <0.06      | <0.34      |
| 137Cs       | 54 4       | 30.7 1.5   | 47.6 1.9   |
| 95Zr        | <0.27      | <0.5       | <0.6       |
| 95Nb        | <0.3       | <0.6       | <0.09      |
| 58Co        | <0.3       | <0.26      | <0.23      |
| 160Tb       | <1.2       | <1.5       | <1.5       |
| 60Co        | <0.29      | <0.22      | <0.21      |
| 238U        | 40 20      | 80 29      | 45 17      |
| 226Ra       | 30 3       | 31.9 1.6   | 28.5 1.1   |
| 232Th       | 49 5       | 54.7 2.5   | 44.0 2.2   |
| 40K         | 601 27     | 660 30     | 513 26     |

## ZAKLJUČCI

Procesima pedogeneze na ispitivanim lokalitetima stvoreni su tipovi zemljišta (černozem, fluvisol, humoglej), koji omogućuju proizvodnju visokovredne hrane u konvencionalnoj proizvodnji.

Ispitivana zemljišta tipa pseudoglej i kalkokambisol, zbog nepovojnih fizičkih i hemijskih svojstava ne mogu da se preporuča za uspešnu proizvodnju krompira.

Ispitivanja osnovnih hemijskih svojstava pokazala su postojanje značajnih razlika u plodnosti parcela i delova parcele, što je rezultat dosadašnje tehnologije đubrenja i načina korišćenja.

Sadržaj teških metala je ispod MDK za proizvodnju visokovredne hrane, a samo mali broj uzoraka ne odgovara zahtevima za biljnu proizvodnju na principima organske poljoprivrede.

Na osnovu zastupljenost i biodiverziteta ispitivanih grupa mikroorganizama i aktivnosti dehidrogenaze može se zaključiti da ispitivana zemljišta imaju visoku biogenost.

Sadržaj organskih zagađivača (PAH-ova) je u većini ispitivanih uzoraka zemljišta ispod MDK za biljnu proizvodnju na principima organske poljoprivrede.

Radionuklid  $^{137}\text{Cs}$  je prisutan u svim uzorcima zemljišta. Ovaj radionuklid potiče iz havarije nuklearne elektrane "Lenjin" u Černobilu 1986. godine. Velika standardna devijacija i velika razlika između minimalne i maksimalne koncentracije aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  pokazuju tipične osobine za zagađivač veštačkog porekla.

U savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji neophodno je sprovesti sistematsku kontrolu plodnosti zemljišta i upotrebe đubriva tj. monitoring kvaliteta zemljišta. Na svakom tipu zemljišta treba razraditi racionalan sistem đubrenja u zavisnosti od zahteva sorte i stanja biljnih hraniva, kako bi se sprečila nepravilna primena neadekvatnih mineralnih đubriva i zaštitio kvalitet proizvoda.

Najefikasnija kontrola je ona koja se primenjuje u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji tj. na svakoj proizvodnoj parceli. Na ovaj način moguće je sprečiti proizvodnju nekvalitetne i kontaminirane hrane bilo teškim metalima, radionuklidima ili suvišnim količinama nitrarnog azota i dr.

## LITERATURA

- Alloway B.J. (1995): Heavy metals in soils. Second edition. Blackie Academic & Professional. Glasgow.
- Ayaka, U., Queency, L. (1999): [Http://qlink.queensu.ca/~4mql/PAH.html](http://qlink.queensu.ca/~4mql/PAH.html), Queen's University, Kingston, ON, Canada.
- Dragun J., (1998): The soil chemistry of Hazardous materials, Second Edition. Amherst Scientific Publishers, Amherst Massachusetts.
- Hadžić V., i saradnici (1996): Osnova zaštite, korišćenja i uređenja poljoprivrednog zemljišta opštine Bački Petrovac ("Pilot"). Republički fond za zaštitu, korišćenje, unapređivanje i uređenje poljoprivrednog zemljišta Srbije, str. 323, Beograd.
- Vladimir Hadžić, Ljiljana Nešić, Milivoj Belić, Petar Sekulić, Mira Pucarević, Ištvan Bikit, Momčilo Ubavić (2002): Characterization of soil for production of high-value food from wheat and corn."Zemljište i biljka", Vol. 51, No 1, p 65-77, Beograd.
- Kastori R., i saradnici (1993): Teški metali i pesticidi u zemljištu - Teški metali i pesticidi u zemljištima Vojvodine, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, str 312, Novi Sad.
- Ljiljana Nešić, Petar Sekulić, Milivoj Belić, Maja Čvardić, Nada Milošević (2005): Characterization of soil for production of cabbage. "Savremena poljoprivreda" vol, 54 3-4, str. 417-420, Novi Sad.
- Sekulić. P., Kastori, R., Hadžić, V. (2003): Zaštita zemljišta od degradacije. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Momčilo Ubavić, Maja Čvardić, Vladimir Hadžić, Petar Sekulić, Ljiljana Nešić, Mira Pucarević, Miroslav Vesković (2002): Characterization of soil for production of high-value food from sunflower and soybean."Zemljište i biljka", Vol. 51, No 2, p 87-96, Beograd.

**SOIL CHARACTERIZATION AND MANAGEMENT FOR  
PRODUCTION OF HIGH-VALUE FOOD FROM WHEAT, CORN,  
SOYBEAN, SUNFLOWER, VEGETABLES AND POTATOES**

*Sekulić, P.<sup>1</sup>, Hadžić, V.<sup>2</sup>, Ubavić, M.<sup>2</sup>, Maksimović, Livija<sup>1</sup>, Nešić, Ljiljana<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Novi Sad

**SUMMARY**

Within the framework of soil characterization, a large number of activities were performed over the three years of study conducted at different locations in which corn, wheat, soybean, sunflower, vegetables and potatoes were grown as raw material for food processing. At the beginning of the study, available literature data on soil quality were gathered and analytical methods were tested and harmonized with EU standards. Further activities were site recognizance, on-site investigations and soil sampling, as well as ground and irrigation water sampling where it was needed. Within the framework of on-site investigations, effects of soil compaction on yield were assessed. Soil samples were analyzed for water-physical properties, chemical properties, content of macro-, microelements and heavy metals, microbiological properties, contents of polycyclic aromatic hydrocarbons and radionuclides.

For soils having limitations with respect to the production of high-value food (alkaline and acid soils), based on field experiments involving different variants of meliorative practices as well as on the basis of the monitoring of experiment fields that represent the dominant soil types for Central Serbia, technological solutions were provided for their amendment.

**KEY WORDS:** soil, chemical properties, hazardous and harmful substances, microorganisms



**SOIL CHARACTERIZATION AND MANAGEMENT FOR  
PRODUCTION OF HIGH-VALUE FOOD FROM WHEAT, CORN,  
SOYBEAN, SUNFLOWER, VEGETABLES AND POTATOES**

*Sekulić, P.<sup>1</sup>, Hadžić, V.<sup>2</sup>, Ubavić, M.<sup>2</sup>, Maksimović, Livija<sup>1</sup>, Nešić, Ljiljana<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Novi Sad

**SUMMARY**

Within the framework of soil characterization, a large number of activities were performed over the three years of study conducted at different locations in which corn, wheat, soybean, sunflower, vegetables and potatoes were grown as raw material for food processing. At the beginning of the study, available literature data on soil quality were gathered and analytical methods were tested and harmonized with EU standards. Further activities were site recognizance, on-site investigations and soil sampling, as well as ground and irrigation water sampling where it was needed. Within the framework of on-site investigations, effects of soil compaction on yield were assessed. Soil samples were analyzed for water-physical properties, chemical properties, content of macro-, microelements and heavy metals, microbiological properties, contents of polycyclic aromatic hydrocarbons and radionuclides.

For soils having limitations with respect to the production of high-value food (alkaline and acid soils), based on field experiments involving different variants of meliorative practices as well as on the basis of the monitoring of experiment fields that represent the dominant soil types for Central Serbia, technological solutions were provided for their amendment.

**KEY WORDS:** soil, chemical properties, hazardous and harmful substances, microorganisms