

## SADRŽAJ (Ni) NIKLA U NADZEMNOM DELU I ZRNU RAZLIČITIH SORTI STRNIH ŽITA

*Jelena Milivojević<sup>1</sup>, Vera Đekić<sup>1</sup>, Miodrag Jelić<sup>2</sup>, Kristina Luković<sup>1</sup>*

**Izvod:** U cilju proizvodnje zdravstveno bezbedne hrane ispitivane su sorte specifičnosti ozimih strnih žita, u odnosu na mineralnu ishranu, kako bi se ustanovile međusobne razlike genotipova strnih žita (ječma, ova i tritikalea), u odnosu na zastupljenost pojedinih teških metala (Ni). Konstatovano je da zrno zrelih biljaka strnih žita i vegetativna masa imaju veoma različite sadržaje Ni, u zavisnosti od osobina genotipova i sistema đubrenja. Sadržaj Ni u zrnu ova, bio je iznad toksičnih sadržaja i ne može se koristiti za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane. Sa aspekta sadržaja Ni u uzorcima ječma i tritikalea, možemo zaključiti da ispitivani uzorci zadovoljavaju kriterijume kvaliteta.

**Ključne reči:** sorte, đubrenje, nikal, strna žita

### Uvod

Kao posledice kontaminacije ekosistema mogu se javiti fitotoksično delovanje i negativan uticaj teških metala na kvalitet biljnih proizvoda. Poreklo teških metala u zemljištu prvenstveno je geohemijsko, što znači da potiču iz litosfere i njihova koncentracija u zemljištu zavisi od sadržaja u stenama iz kojih je potekao matični supstrat (Ubavić i sar., 1995). Međutim, u poslednje vreme razvojem industrije i intenzifikacijom poljoprivrede došlo je do primene raznih materija koji kontaminiraju zemljište, tako da je na nekim površinama povećana koncentracija teških metala usled antropogenog uticaja. Novija istraživanja ukazuju na sve veće prisustvo teških metala i u poljoprivrednim zemljištima (Markoski, et al., 2011), koje je dodatno ugroženo sve većom i neadekvatnom primenom hemijskih sredstava, otpadnih i komunalnih voda i muljeva, kao i mineralnih đubriva.

Ponašanje teških metala 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 (Pelivanoska, 2011). Prema autoru (Kabata-Pendias, 2011) povećanje pH vrednosti zemljišta od 4,5 do 6,5 smanjuje sadržaj Ni u ovsu oko osam puta. Takođe je konstatovano da su zagađena zemljišta važan faktor koji doprinosi ukupnoj koncentraciji teških metala u biljnom tkivu. Biljke koje rastu na zemljištima visoko kontaminiranih teškim metalima sadrže veće koncentracije, u odnosu na slične biljke koje rastu na zemljištima sa niskim sadržajem ovih elemenata.

Toksično dejstvo zasniva se na njihovom ireverzibilnom vezivanju za metabolički aktivne grupe u aminokiselinama, polipeptidima i proteinima (Mihaljev et al., 2008). Danas se smatra da toksični elementi prvenstveno deluju na ćelijsku membranu, dok je oštećenje enzimskih sistema u unutrašnjosti ćelije u većini slučajeva sekundarna pojava

(Milošević i Vitorović, 2008). Teški metali preko biljaka ulaze u lanac ishrane, gde u ljudskom organizmu imaju kumulativna svojstva, tj. dolazi do njihovog nakupljanja u pojedinim organima ili tkivima, gde ispoljavaju svoje štetno delovanje.

Cilj ovog rada je bio da se utvrdi sadržaj teških metala (Ni) u vegetativnijoj masi i zrnu strnih žita, radi dobijanja informacije o zdravstvenoj ispravnosti ovih hraniva. Ispitivane su sorte specifičnosti ozimih strnih žita, u odnosu na mineralnu ishranu, kako bi se ustanovile međusobne razlike genotipova u odnosu na zastupljenost pojedinih teških metala (Ni).

### Materijal i metode rada

Istraživanje je izvedeno na oglednom polju Centra za strna žita, na zemljištu jako kisele reakcije (pH u KCl 4.20) u trogodišnjom periodu 2010/11-2012/2013). Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja na površinama oglednih parcela od 14 m<sup>2</sup> (7 m x2m). Na ogledu su uključene dve sorte ječma (Jagodinac i Grand), jedna sorta ovas (Vranac) i jedna sorta tritikala (Knjaz). Primenjene su sledeće varijante đubrenja: 1. kontrola (bez primene đubriva); 2. NPK (500 kg/ha); 3. N (75 kg/ha)+CaCO<sub>3</sub> (2 t/ha); 4. NPK (500 kg/ha) + CaCO<sub>3</sub> (2 t/ha); 5. NPK (500 kg/ha) + CaCO<sub>3</sub>, (2 t/ha) +Govedi stajnjak (35 t/ha). "Njival Ca" kao nus produkt paraćinske fabrike stakla je korišćen kao krečno đubrivo sa sadržajem CaCO<sub>3</sub> od oko 98.5 %. Uzorci semena su sakupljeni u fazi potpune zrelosti biljaka a nadzemni deo u fazi metličanja. Koncentracija mikroelemenata u zrnu i nadzemnom delu je određena metodom AAS, posle suvog spaljivanja uzoraka.

### Rezultati rada sa diskusijom

Nikal je esencijalan element potreban za rast i resorpciju Fe, međutim prisustvo u većim količinama može da remeti odvijanje životnih procesa izazivajući hlorozu, interkostalnu nekrozu i smanjen rast korenovog sistema.

Tabela 1. Sadržaj nikla (Ni) u biljkama strnih žita (mg kg<sup>-1</sup>)

Table 1. Ni content in of the small grain plants (mg kg<sup>-1</sup>)

Varijante đubrenja (Fertilisation variants)												
Sorta Cultivars	A1	A2	A3	A4	A5	x B	A1	A2	A3	A4	A5	x B
	Strna žita-nadzemni deo Small grains-above-ground portions						Strna žita-zrno Small grains-kernel					
j B1	0.7	0.9	0.3	0.3	0.7	0.6	0.8	0.8	0.4	0.3	0.1	0.5
jB2	0.7	0.9	0.3	0.6	1.2	0.7	0.9	0.9	0.4	0.4	0.4	0.6
<b>Prosek</b>	<b>0.7</b>	<b>0.9</b>	<b>0.3</b>	<b>0.45</b>	<b>0.95</b>	<b>0.65</b>	<b>0.85</b>	<b>0.85</b>	<b>0.40</b>	<b>0.35</b>	<b>0.25</b>	<b>0.55</b>
oB3	10.6	8.6	6.0	5.4	7.5	7.6	19.2	15.9	12.7	11.5	10.6	14.0
tB4	1.7	1.2	1.0	1.1	1.9	1.4	1.7	1.2	1.0	1.1	1.9	0.8
x B	3.25	2.9	1.9	1.85	2.85	2.58	5.45	4.7	3.65	3.65	3.25	3.98

Varijante đubrenja: A1=kontrola; A2 =NPK; A3=N + CaCO<sub>3</sub>; A4=A2 + CaCO<sub>3</sub>; A5= A4 + stajnjak  
 Fertilisation variants: A1=control; A2 =NPK; A3=N + CaCO<sub>3</sub>; A4=A2 + CaCO<sub>3</sub>; A5= A4 + manure  
 Sorte: ječam (jB1=Jagodinac, jB2=Grand); ovas (oB3=Vranac); tritikale (tB4=Knjaz)  
 Cultivars: barley (jB1=Jagodinac, jB2=Grand); oats (oB3=Vranac); triticale (tB4=Knjaz)

Na osnovu sadržaja Ni u ispitivanim uzorcima (Tab. 1.) može se konstatovati da je koncentracija Ni u nadzemnom delu vegetativne mase i zrnu strnih žita znatno varirala u zavisnosti od ispitivanih genotipova i primenjenih varijanti đubriva. Najveća koncentracija nikla registrovana je na kontrolnoj varijanti. Primenjena NPK đubriva,  $\text{CaCO}_3$  i stajnjak su značajno uticali na smanjenje absorpcije ovog elementa u nadzemnom delu biljne mase i zrnu u odnosu na kontrolu. Od svih ispitivanih genotipova najveći sadržaj Ni zabeležen je u ovsu i kretao se od 5.4 do 10.6  $\text{mg kg}^{-1}$  u nadzemnom delu i od 10.6 do 19.2 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) u zrnu ovsu. Najniže koncentracije Ni u nadzemnom delu ovsu dobijene su zajedničkom primenom NPK đubriva i kreča, a u zrnu primenom NPK đubriva, kreča i stajnjaka. Svi ovi tretmani su bazirani na antagonističkom efektu između Ni i makroelemenata kao što su Ca, P, K, Fe i S (Kastori and Petrović, 1993).

Prema literaturnim podacima normalan sadržaj Ni u biljnom materijalu kreće se od 0.02 do 5  $\text{mg kg}^{-1}$  (Kabata-Pendias, 2011), a toksični sadržaj kod najosetljivijih biljnih vrsta, među kojima spada i ovas, kreće se u intrvalu od 10 do 30  $\text{mg kg}^{-1}$  (Kloke et al., 1984; Macnicol et al., 1985). Na osnovu dobijenih rezultata i graničnih vrednosti za toksične sadržaje, možemo konstatovati da se sadržaj Ni u zrnu ovsu, skoro na svim varijantama, nalazi iznad toksičnih sadržaja i ne može se koristiti za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane. Uticaj toksičnih količina Ni dovodi do stresa biljaka a samim tim do usporene apsorpcije hranljivih materija, smanjenog razvoja korenovog sistema i usporenog metabolizma. Poznato je da povišene koncentracije ovog metala u biljnom tkivu sprečavaju fotosintezu i transpiraciju (Bazzaz, et al., 1974). Imajući u vidu činjenicu da se ispitivana strna žita (ovas, ječam i tritikale) koriste za stočnu upotrebu, može se zaključiti da teški metali (Ni) preko biljaka ulaze u lanac ishrane, gde u ljudskom organizmu imaju kumulativna svojstva, i ispoljavaju svoje štetno delovanje. Efekti uticaja Ni dovode do iritacije kože, oštećenja nervnog sistema i izazivaju kancer.

U odnosu na ostale izučavane genotipove najniže koncentracije Ni nađene su u biljkama ječma čije su prosečne koncentracije varirale od 0.3 do 0.95  $\text{mg kg}^{-1}$  u nadzemnoj masi i od 0.25 do 0.85  $\text{mg kg}^{-1}$  u zrnu. Sadržaj nikla u ispitivanim uzorcima ječma i tritikalea (vegetativnoj masi i zrnu) je bio ispod kritičnih i toksičnih koncentracija kao i maksimalno dozvoljenih količina u hrani za životinje. Iako u našoj zemlji nisu zakonski regulisane maksimalno dozvoljene količine Ni u stočnoj hrani, ispitivanja su pokazala da nivo tolerancije za goveda iznosi 50  $\text{mg/kg}$  (Vapa i sar., 1997), te sa ovog aspekta analizirani uzorci zadovoljavaju kriterijume kvaliteta. Značajne razlike u usvajanju, transportu i intenzitetu akumulacije Ni određene vrste biljaka i genotipova su dobijeni i od strane drugih autora (Yang et al., 1996).

Takođe, konstatovano je da za razliku od ostalih teških metala Ni veoma mobilan i da je najvećim delom akumuliran u zrnu strnih žita. Na osnovu odnosa sadržaja Ni u zrnu i nadzemnom delu biljaka (kontrola-1.70; NPK-1.62; N+ $\text{CaCO}_3$  -1.92; NPK+ $\text{CaCO}_3$  -1.97; i NPK+ $\text{CaCO}_3$ +goveđi stajnjak-1.01) može se zaključiti da je njegov sadržaj u zrnu veći od 1.62 do 1.97 puta, osim na varijanti NPK+ $\text{CaCO}_3$ +goveđi stajnjak gde je njegova pokretljivost i mobilnost smanjena i taj odnos iznosi 1.01. Znači, fitotoksičnost Ni se može ublažiti primenom visokih doza organskih đubriva,

kalcizacijom zemljišta i unošenjem visokih doza fosfora. Sve ove mere se zasnivaju na antagonizmu između Ni i makroelemenata (Ca, P, K, Fe i S).

Analiza varijanse sadržaja Ni u zrnu i nadzemnom delu, kod ispitivanih kragujevačkih sorti ječma, ovsu i tritikalea gajenih u Centru za strna žita u Kragujevcu, prikazani su u tabeli 2.

Analizom varijanse kod ispitivanih sorti strnih žita utvrđene su statistički vrlo značajne razlike kod sadržaja Ni u zrnu (224,173<sup>\*\*</sup>) i nadzemnom delu (141,776<sup>\*\*</sup>) u odnosu na varijante đubrenja. U pogledu sadržaja Ni u zrnu i nadzemnom delu nisu utvrđene statistički značajne razlike između ispitivanih sorti strnih žita. Statistički veoma značajna razlika za sadržaj Ni u zrnu (34,405<sup>\*\*</sup>) i nadzemnom delu (9,982<sup>\*\*</sup>) utvrđena je interakcijom đubrenje x sorta.

Tabela 2. Analiza varijanse na sadržaj Ni  
Table 2. Analysis of variance of the content Ni

Uticaođubrenja na sadržaj Ni / Effect of fertilisation on the content Ni				
Sadržaj / content	Mean sqr Effect	Mean sqr Error	F(df1,2) 3, 56	p-level
Ni u zrnu /Ni in kernel	646.4996	2.883928	224.1733	0.000000
Ni u nadzemnom delu /Ni in the above- ground portions	171.4033	1.208970	141.7763	0.000000
Uticaođubrenja na sadržaj Ni / Effect of cultivars on the content Ni				
Sadržaj / content	Mean sqr Effect	Mean sqr Error	F(df1,2) 4, 55	p-level
Ni u zrnu /Ni in kernel	12.41918	37.29676	0.332983	0.854600
Ni u nadzemnom delu /Ni in the above- ground portions	5.68892	10.16648	0.559576	0.692927
Interakcija sorta x đubrenje na sadržaj Ni / Interaction of cultivar x year on the content Ni				
Sadržaj / content	Mean sqr Effect	Mean sqr Error	F(df1,2) 12, 40	p-level
Ni u zrnu /Ni in kernel	8.449449	0.260747	32.40482	0.000000
Ni u nadzemnom delu /Ni in the above ground portions	2.807917	0.281292	9.98222	0.000000

<sup>\*</sup> i <sup>\*\*</sup> = Značajno za F<sub>tab</sub> 0,05 i 0,01 / <sup>\*</sup> and <sup>\*\*</sup> = Significance for F<sub>tab</sub> 0,0

### Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata i graničnih vrednosti za kritične i toksične sadržaje, možemo konstatovati da je sadržaj Ni u zrnu ovsu, skoro na svim varijantama, bio iznad toksičnih sadržaja i ne može se koristiti za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane. Sadržaj nikla u ispitivanim uzorcima ječma i tritikalea (vegetativnoj masi i zrnu), je bio ispod kritičnih i toksičnih koncentracija kao i maksimalno dozvoljenih količina u hrani za životinje, te sa ovog aspekta analizirani uzorci zadovoljavaju kriterijume kvaliteta.

**Napomena:** Rezultati prikazani u radu su deo istraživanja Projekta br. TP 31054, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

### Literatura

- Bazzaz, F.A., Carlson, R. W., and Rolfe, G.L.(1974): The effect of heavy metals on plants, Environ. Pollut. In: Kabata Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants, 4th ed. CRC, Press Taylor and Francis Group, Boca Ration, London, New York. 2011.
- Kabata-Pendias A. (2011): Trace Elements in Soils and Plants, 4th ed. CRC, Press Taylor and Francis Group, Boca Ration, London, New York.
- Kastori R., Petrović N. (1993): Uticaj teških metala na biljke. In: Teški metali i pesticidi u zemljištu, Novi Sad, 55-72.
- Kloke, A., Sauerbeck, D.R., and Vetter, H., The contamination of plants and soils with heavy metals and the transport of metals in terrestrial food chains. In Kabata Pendias A.Trace Elements in Soils and Plants, 4th ed. CRC, Press Taylor and Francis Group, Boca Ration, London, New York, 2011.
- Macnicol, R.D. and Beckett, P.H.T. (1985): Critical tissue concentrations of potentially toxic elements, Plant Soil. In: Kabata Pendias A.Trace Elements in Soils and Plants, 4th ed. CRC, Press Taylor and Francis Group, Boca Ration, London, New York, 2011.
- Markoski M., Mitkova T., Pelivanoska V., Jordanoska B., Prentović T. (2011): Investigation of the content of heavy metals in agricultural soils in the reon of Struga, , Proc 1<sup>st</sup> International Scientific Conference "Land, usage and protection", Andrevlje, 49–54.
- Mihaljev Ž., Živkov-Baloš M., Pavkov S., Stojanović D. (2008): Sadržaj toksičnih elemenata u uzorcima lucerke sa područja Vojvodine, Savrem. Poljopr. 57, 35–38.
- Milošević M., Vitorović S. (1992): Osnovi toksikologije sa elementima ekotoksikologije, Naučna knjiga, Beograd.
- Pelivanoska V., B. Jordanoska B., Filipovski K., Mitkova T., M. Markoski M. (2011): Heavy metal content in soil and tobacco leaves at the region of Skopje, Republic of Macedonia, Proc 1st International scientific conference "Land, usage and protection", Andrevlje, 55–60.
- Ubavić M, Bogdanović D. (1995): Agrohemija, Poljoprivredni Fakultet, Novi Sad.
- Vapa M., Vapa Lj., Teški metali i životinjski svet, u: Kastori R. (red.) (1997, Teški metali u životnoj sredini, Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 259–298.
- Yang, X., Baligar, C. V., Martens, C. D., Clark, B. R. (1996): Plant tolerance to nickel toxicity II: Nickel effect on influx and transport of mineral nutrients in four plant species. J. Plant Nutr., 19, 265.

## NICKEL (Ni) CONTENT IN THE ABOVE-GROUND PORTIONS AND KERNEL OF DIFFERENT SMALL GRAIN CULTIVARS

*Jelena Milivojević, Vera Đekić, Miodrag Jelić, Kristina Luković<sup>1</sup>*

**Abstract:** To ensure safe food production, cultivar-specific traits of winter small grains were analysed in terms of mineral nutrition in order to determine differences between small grain (barley, oat and triticale) genotypes in the level of certain heavy metals (Ni). The kernel of mature small grain plants and their vegetative biomass were found to contain quite different levels of Ni, depending on genotype properties and fertilisation systems. Ni content in oat kernel was above toxic levels and cannot be used for safe food production. Barley and triticale samples complied with quality criteria in terms of their Ni levels.

**Key words:** cultivar, fertilisation, nickel, small grains

---

<sup>1</sup> Ph.D. Jelena Milivojevic, Senior Research Fellow, Center for Small Grains, Save Kovacevica 31, Kragujevac, Serbia ([ivanmaja@kg.ac.rs](mailto:ivanmaja@kg.ac.rs))

Ph.D. Vera Djekic, Research Associate, Center for Small Grains, Save Kovacevica 31, Kragujevac, Serbia ([verarajicic@yahoo.com](mailto:verarajicic@yahoo.com))

Ph.D Jelic Miodrag, Professor, University of Pristina, Faculty of Agriculture, Kopaonicka bb, 38219 Lesak, Kosovo and Metohija, Serbia ([miodragjelic@yahoo.com](mailto:miodragjelic@yahoo.com))

Kristina Lukovic, Center for Small Grains, Save Kovacevica 31, Kragujevac, Serbia ([kika@kg.ac.rs](mailto:kika@kg.ac.rs))