

HEMIJSKE OSOBINE ZEMLJIŠTA POSLE 50 GODIŠNJEG ĐUBRENJA ZEMLJIŠTA MINERALNIM ĐUBRIVIMA

Nikola Koković, Elmira Saljnikov, Zoran Dinić, Biljana Sikirić, Vesna Mrvić, Boris Nerandić

Institut za zemljište u Beogradu, Teodora Drajzera 7, 11000, Republika Srbija

Corresponding author: Nikola Koković, Institute of Soil Science, Teodora Drajzera 7, 11000 Belgrade, R. Serbia;
Tel: + 38 111 2667123

E-mail: nkokovicml@yahoo.com

ABSTRACT

Use of mineral fertilizers is one of the basic agrotechnical measures in a modern agricultural production. Their use makes the basis for the application of other agrotechnical measures in order to obtain stable and high yields. Beside their impact on crop yield, mineral fertilization affects the chemical properties of the soil, in particular soil pH and the content of organic matter. The experiments with application of different doses of nitrogen fertilizer have been established in 1963 on pseudogley (gajnjača). To study the effect of mineral fertilizer, primarily increasing doses of nitrogen on changes in soil chemical properties the soil samples were taken from the surface horizon (0-25) from the following treatments: 1. Control (without fertilization); 2. N1P2K2 (60/90/80kg/ha); 3. N2P2K2 (90/90/80 kg/ha); N3P2K2 (120/90/80 kg/ha); N4P2K2 (150/90/80 kg/ha). The long-term application of mineral fertilizers affected soil chemical characteristics and the level of those changes were determined by the dose of nitrogen applied with fertilizer. A higher amount of applied nitrogen has influenced the more intensive acidification of the soil. The values of the substitution and especially hydrolytic acidity were significantly increased with the increase in the amount of nitrogen applied. This acidification has led to a significant increase in the amount of mobile aluminum, iron and manganese. Long-term fertilization has influenced also the change of the adsorptive soil complex, where a significant reduction in the amount of adsorbed base cations and the increase in adsorbed H ions were detected and therefore the decrease in saturation levels of base cations, which is in the treatments with the highest nitrogen content was below 50%. In the treatments with the application of the increasing amount of nitrogen and in the control, the level of organic matter was lower compared to the initial level. However, content of soil organic matter was higher in the treatments with application of mineral fertilizers compared to the control, and the

differences were significant. In fertilized treatments there was an increase in the content of plant available phosphorus and potassium compared to the initial level. A significant reduction of the plant available boron and zinc with increasing the dose of nitrogen fertilizer.

Keywords: mineral fertilizer; long-term fertilization; pseudogley

UVOD

Primena mineralnih đubriva predstavlja jednu od osnovnih agrotehničkih mera u današnjoj poljoprivrednoj proizvodnji. Njihovo upotreba čini osnovu za primenu drugih agrotehničkih mera a sve u cilju dobijanja stabilnih i visokih prinosa (Koković 2005). Pored njihovog uticaja na visinu prinosa njihova upotreba utiče na promenu hemijskih osobina zemljišta, posebno na Ph reakciju zemljišta i sadržaj OM. Međutim na hemijske i druge osobine zemljišta utiču ne samo sastav i upotrebljene količine mineralnih đubriva već i sposobnost zemljišta pa nastale promene nekih osobina zemljišta se mogu registrovati u relativno kratkom vremenskom period dok su kod drugih ove promene znatno sporije.(Martinović i Ivočić 1977). Ovaj uticaj đubriva na kvalitet zemljišta najbolje se može pratiti (proceniti) preko dugogodišnjih poljskih eksperimenata (Nel et al., 1996). U našoj zemlji postoji više ovakvih eksperimenata koji su zasnovani na najzastupljenijim tipovima zemljišta. Jedno od njih je ogledno polje Instituta za zemljište u Mladenovcu, na zemljištu tipa eutrični kambisol, ili gajnjača, koje je jedno od najzastupljenijih tipova zemljišta u užoj Srbiji posebno u šumadiji, koje je zasnovano 1963 godine. Na osnovu ovako dugog perioda isključive primene mineralnih đubriva možemo pouzdano konstatovati promene koje su se desile u zemljištu, i doneti ispravne zaključke o uticaju mineralnih đubriva na pojedine osobine zemljišta.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su obavljena na zemljištu tipa eutrični kambisol (lokalitet Mladenovac), koje se koristi u okviru stacionarnog ogleda Instituta za zemljište u Beogradu. Ovaj tip zemljišta spada u grupu najrasprostranjenijih poljoprivrednih zemljišta u Srbiji (650.000 ha Dugalić i Gajić, 2012). Glavna područja njene rasprostranjenosti u Srbiji su Šumadija s Pomoravljem, područje sliva Velike i Južne Morave, kao i istočna Srbija, zatim Mačva i Srem.

Naše gajnjače su obrazovane uglavnom na rastresitim karbonatnim, većinom dobro propusnim za vodu sedimentima, koji po mehaničkom sastavu najčešće spadaju u ilovače kao što su les i lesolike ilovače aluvijalnog, deluvijalnog, delom i jezerskog porekla (Živković, 1962). Na manjim

površinama javljaju se na nekim magmatskim (andezit, gabro, dijabaz) i metamorfnim (amfibolit, serpentin, glinasti škrljac) stenama. Slabo propusni i bazama siromašni supstrati ne pružaju uslove za obrazovanje gajnjača.

Hemijske osobine tipičnih gajnjača su prilično povoljne. Karakteriše ih u A horizontu povoljna i stabilna struktura, slabo kisela do neutralna reakcija, i dobar sadržaj humusa (preko 3%) (Dugalić i Gajić, 2012). S druge strane u njivskim gajnjačama čovek svojim aktivnostima je znatno izmenio osobine ovog zemljišta. Time se u većini slučajeva znatno intezivirao proces lesiviranja i opodzolavanja, što je pratilo pogoršanje fizičkih i hemijskih osobina, čemu naročito doprinosi nepravilan plodored i nedovoljno i nepravilno đubrenje organskim i mineralnim đubrivima. Reakcija zemljišta u njima je u A horizontu kisela a ponegde i jako kisela, sa znatno smanjenim sadržajem humusa, retko preko 2% (Živković M., 1972)

Na proučavanom oglednom polju se sa određenim plodoredom (pšenica-kukuruz), isključivo primenju mineralna đubriva već 50 godina (stacionarni ogled zasnovan 1963. godine). U periodu od 1963-1973. godine primenjivana su sledeća mineralna đubriva: krečni amonijum nitrat, superfosfat i kalijum hlorid a od 1973. godine do danas: urea, monoamonijum fosfat i kalijum hlorid. Ukupni nadzemni biljni ostaci se baliraju i odnose sa polja, dok se deo nadzemnog strništa zaorava. Ogledno polje ima 60 varijanti različitih NPK đubrenja u četiri ponavljanja.

Radi sagledavanja u kojoj su meri mineralna đubriva i to prvensveno azotna komponenta, uticala na promenu hemijskih osobina zemljišta uzeti su uzorci iz orničnog horizonta (0-25) sa sledećih varijanti gde je primenjena rastuća količina azota, i srednja količina fosfora i kalijuma:

1. Kontrolna varijanta (bez đubrenja)
2. N1P2K2 (60/90/80kg/ha)
3. N2P2K2 (90/90/80 kg/ha)
4. N3P2K2 (120/90/80 kg/ha)
5. N4P2K2 (150/90/80 kg/ha)

Naznačene varijante ogleda u polju imaju 4 ponavljanja (dimenzije parcele 10x6 m) i sa svake je uzet srednji uzorak sa dubine od 0-25 cm.

Uzorci zemljišta, koji su uzeti sa navedenih varijanti ogleda u polju su posle vazdušnog sušenja samlevani i prosejani kroz sito od 2mm. U tako pripremljenim uzorcima zemljišta, za odedivanje opštih hemijskih svojstva zemljišta su urađene sledeće analize:

- reakcija zemljišta, odnosno pH vrednost u suspenziji sa vodom i 1M KCl-om-potenciometrijskom metodom sa staklenom elektrodom
- organski C i humus- dihromatnom metodom (Tjurin, modifikacija Simakova, Mineev et al., 2001)
- ukupni azot - CNS analizator
- adsorptivni kompleks zemljišta (H,S, T i V) - metodom po Kappen-u (Mineev et al., 2001);
- sadržaj mobilnog aluminijuma - metodom po Sokolov-u (Mineev et al, 2001)
- lakopristupačni fosfor i kalijum - AL - metodom po Egner-Riehm-u (1965);
- lakopristupačni mikroelementi ekstakcijom DTPA i čitanjem na ICP-a analizatoru

REZULTATI I DISKUSIJA

Hemijska svojstva ispitivanog zamljišta

Najvažnija hemijska svojstva gajnjače sa ispitivanih varijanti višegodišnjeg ogleada, prikazana su u tabelama 1 i 2.

Tabela 1. Hemijska svojstva ispitivane gajnjače u orničnom (0-25cm) sloju zemljišta (2013god.)

Table 1. Chemical properties of studied soil in upper soil layer (0-25 cm) in 2013

Zemljište	pH		хумус	Укупни N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	H ₂ O	KCl	%	%		mg/100g	mg/100g
Početno stanje (1963)	6.20	5.20	2.60	0.12	12.58	1.80	13.60
Kontrola	5.35a	4.56a	1.59a	0.104a	8.44	6.90a	21.44a
N ₁ P ₂ K ₂	5.00b	4.08b	1.69b	0.119b	8.23	20.6bce	26.12b
N ₂ P ₂ K ₂	4.75c	3.91c	1.86c	0.125b	8.64	21.51e	27.80c
N ₃ P ₂ K ₂	4.60d	3.74d	1.95c	0.126b	8.97	21.08bce	26.53db
N ₄ P ₂ K ₂	4.48e	3.63e	1.97c	0.127b	8.98	19.5bc	25.55eb

Na osnovu dobijenih rezultata pH vrednosti zemljišta u (KCl-u) za gajnjaču, može se reći da ispitivano zemljište spada u kategoriju jako kiselih. A ako se vrednosti za pH uporede sa početnim stanjem (Ivović i sar. 1978) možemo reći da je isključiva upotreba upotreba mineralnih đubriva dovela do prevođenja ovog slabo kiselog zemljišta u jako kiselo zemljište. Pri tome se sa povećanjem doze upotrebljenog azota, pH vrednost zemljišta snižavala u odnosu na kontrolnu varijantu ogleada gde je iznosila 4,56, dok je u svim ostalim bila 4 i ispod 4. Sve razlike su statistički značajne što ukazuje da je količina azotnog đubriva značajno uticala na promenu pH vrednosti. Pored primene fiziološki kiselih đubriva, razlog smanjenja reakcije zemljišta sa povećanjem doze upotrebljenog đubriva treba tražiti u

opštem osiromašenju zemljišta sa bazama, a prvenstveno sa kalcijumom, što potvrđuju i rezultati iz tabele broj 2. Proces osiromašenja bazama nastaje kao posledica, s jedne strane višegodišnje primene fiziološki kiselih đubriva koja u svom sastavu nemaju kalcijum, a sa druge strane same biljke sa prinosom osiromašuju zemljište bazama. Gajene biljke su u toku vegetacionog ciklusa usvajale kalcijum kao neophodni biogeni element u ishrani, i kako je sa povećanjem doze primenjenog đubriva rastao i prinos, to se povećavalo i iznošenje kalcijuma.

Smanjenje reakcije zemljišta, odnosno njegovo zakiseljavanje zbog višegodišnje prime fiziološki kiselih đubriva ustanovili su i drugi istraživači kako u domaći tako i inostani (Coote and Ramsey, 1983; Stinner et al., 1983, Marković i sar. 1985, Čakmak et al. 2008) a stepen tog zakiseljavanja je u zavisnosti od količine i vrste đubriva ali i od osobina zemljišta, tako da ovo zakiseljavanje u nekim dugogodišnjim istaživanjima na zemljištima koja imaju veću pufernu sposobnost nije statistički značajno (Riffaldi 1994).

Prema sadržaju humusa gajnjača sa svih ispitivanih varijanti oglednog polja spada u slabo humozna zemljišta. Sadržaj humusa na svim varijantama sa primenom mineralnih đubriva je veći, a razlika signifikantno značajna u odnosu na kontrolnu varijantu. Sadržaj humusa između varijanti u kojima je primenjena rastuća doza azota se povećava sa povećanjem doze đubriva. Ta razlika je statistički značajna samo između varijanti N1, sa prvom dozom azota, i ostalih varijanti đubrenja, dok ne postoji značajna razlika u sadržaju humusa između varijanti N2, N3 i N4. Što se tiče razlika u sadržaju humusa između varijanti đubrenja u ogledu možemo reći da je đubrenje uticalo na to da je ovaj sadržaj humusa bio veći na đubrenim parcelama u odnosu na kontrolnu varijantu, i linearno se povećavao sa povećanjem količine azotnog đubriva. Isti zaključak su dobili i drugi istraživači koji su predhodno pratili hemijske promene zemljišta na ovom oglednom polju (Marković i Sar. 1985, 1989, Martinović i Ivović 1977), ali i drugi domaći i strani istraživači (Manojlović 2008, Alamaras et al., 2004; Alvarez, 2005). Dick and Gregorich 2004 ističu da je povećanje fotosintetski vezanog ugljenika koje je kod đubrenih varijanti ogleda znatno veće glavni razlog održavanja sadržaja OMZ. Tako Kong et al., (2008) posle 14 godina ogleda sa mineralnim đubrivima na crnom zemljištu u severnoj Kini na svim varijantama đubrenja bez azota konstatuju smanjenje C org. od 10-15%, na dvojnim varijantama sa azotom NP i NK to smanjenje je mnogo manje, a na varijanti NPK konstatuje blago povećanje C org.

Međutim postoje istraživači koji su u svojim istaživanjima dobili sasvim suprotne rezultate. Tako Wu et al. (2005) na lesnom platou u Kini analizirajući rezultate ogleda se đubrenjem su zaključili da N

đubriva nisu dovoljna za povećanje ukupnog sadržaja OM, već da primena stajnjaka i zaoravanje žetvenih ostataka pokazuju veći efekat nego đubrenje azotom. Isti zaključak možemo konstatovati i na osnovu podataka koji smo mi dobili u odnosu na početno stanje iz 1963 godine gde vidimo da je bez obzira na primenu đubriva došlo do izrazitog smanjenja humusa, a da je to smanjenje manje na đubrenim tretmanima.

Višegodišnje đubrenje je uticalo na povećanje lakopristupačnih oblika kalijuma i fosfora. Izrazito je povećanje ovih vrednosti za fosfor, dok su kod kalijuma nešto manje i verovatno su posledica većeg iznošenja ovog makroelementa gajenim kulturama.

Табела 2. Адсорптивни комплекс земљишта
Table 2. Soil adsorptive capacity

Varijante ogleda u polju	pH		Y	H	S	T	V	Mibilni Al
	H ₂ O	KCl	ccm	mil. Ekv.	mil. Ekv.	mil. Ekv.	%	mg/100g
Početno stanje(1963)	6.2	5.2	9.5	-	17.9	24	74	-
kontrola	5.35	4.56	17.5a	11.375	16a	27.375	58.45a	1a
N ₁ P ₂ K ₂	5	4.08	18b	11.700	15.2b	26.9	56.51b	1.3b
N ₂ P ₂ K ₂	4.75	3.91	21.5c	13.975	14.8c	28.775	51.43c	1.5c
N ₃ P ₂ K ₂	4.6	3.74	22.5d	14.625	14d	28.625	48.91d	1.9d
N ₄ P ₂ K ₂	4.48	3.63	23.00e	14.950	12.40e	27.35	45.34e	2.6e

Povećana zastupljenost H jona u adsorptivnom kompleksu zemljišta ukazuje na proces zakišeljavanja, i taj proces je povećan sa primenom mineralnih đubriva.

Stepen zasićenosti bazama opada sa količinom primenjenog đubriva, najveći je u kontrolnoj varijanti, a najmanji u N3 i N4 varijanti gde je ispod 50% što ukazuje da je kod njih potrebna kalcizacija. Sve razlike između đubrenih tretmana su statistički značajne, odnosno količina primenjenog azotnog đubriva utiče na gubitak baza iz zemljišta.

I pored jako prisutnog procesa zakišeljavanja sadržaj razmenljivog aluminijuma na oglednim varijantama je ispod granice toksičnosti. Najmanji sadržaj izmenjivog aluminijuma je u kontrolnoj varijanti i povećava se do varijante sa najvećom dozom azota, a sve razlike u sadržaju su statistički značajne.

Sa svih ispitivanih varijanti gajnjače može se generalno reći da je kod nje izražen visok sadržaj magnezijuma, dobra zastupljenost kalcijuma (tab. 3), kao i povoljan odnos Ca/Mg. Sadržaj i kalcijuma i magnezijuma je najveći u kontrolnoj varijanti a zatim se smanjuje sa povećanjem dodatog azota.

Razlike između svih varijanti u sadržaju kalcijuma su statistički značajne, dok su za magnezijum značajne samo između N3 i N4 varijante i ostalih varijanti đubrenja. Rezultati sadržaja pristupačnih mikroelemenata u gajnjači prikazani su u tabeli broj 3.

Tabela 3. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata u površinskom (0-25cm) sloju zemljišta
Table 3. Content of DTPA

varijante	Ca	Mg	Ca/Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg/100g					mg/kg		
kontrola	318a	58a	3.3	89.16a	74.7a	0.98a	3.46a	0.4a
N ₁ P ₂ K ₂	310b	57a	3.3	120.11b	75.93b	0.95b	3.41b	0.35b
N ₂ P ₂ K ₂	311b	58a	3.2	124.95c	78.1c	0.88c	3.4b	0.34b
N ₃ P ₂ K ₂	308c	55b	3.4	125.3bc	88.8d	0.78d	3.37c	0.25c
N ₄ P ₂ K ₂	305d	54b	3.4	136.05d	98e	0.79d	3.35c	0.25c

Ispitivana gajnjača iz svih varijanti višegodišnjeg ogleada, ima povoljan sadržaj gvožđa, mangana i bakra, sadržaj cinka je nizak, a sadržaj bora nizak i na granici niskog.

Dobra obezbeđenost ovog zemljišta sa gvoždem i manganom je povezana sa prirodnim bogastvom ovog zemljišta sa ovim mikroelementima i sa povećanjem njihove rastvorljivosti u kiseloj sredini što pokazuju i značajne razlike između kontrole gde je najveća reakcija zemljišta a ovaj sadržaj najniži u odnosu na N4 i N3 varijantu kod kojih najniža reakcija zemljišta a ovaj sadržaj najveći.

S druge strane niži sadržaj bora i cinka je takođe povezan sa prirodno manjim sadržajem ova dva mikroelementa u ovom tipu zemljišta, a i sa ispiranjem ova dva mikroelementa u kiseloj sredini.

ZAKLJUČAK

Na osnovu proučavanja uticaja dugogodišnjeg đubrenja na hemijske osobine gajnjače možemo izvesti sledeće zaključke:

- Dugogodišnja primena mineralnih đubriva je uticala na promenu hemijskih svojstava zemljišta, a veličinu tih promena je odredila količina unete azotne komponente
- Veća količina primenjene azotne komponente je uticala na intezivnije zakiseljavanje zemljišta. Vrednosti supstitucione, a posebno hidrolitičke kiselosti se signifikantno povećavaju sa povećanjem količine primenjenog azota. Ovo zakiseljavanje je uticalo na signifikantno povećanje količina lapristupačnih formi aluminijuma, gvožđa i mangana.

- Đubrenje je uticalo na promenu adsorptivnog kompleksa zemljišta. Došlo je do signifikantnog smanjenja sume adsorbovanih baznih katjona, a povećanja adsorbovanih H jona, samim tim i smanjenja stepena zasićenosti baznih katjona, koji je u varijantama sa najvećom dozom azota ispod 50%
- U svim varijantama sa primenom rastuće količine azotne komponente kao i u kontrolnoj varijanti bez đubrenja nivo organske materije je manji u odnosu na početni nivo, dok je ovaj sadržaj na svim varijantama sa primenom mineralnih đubriva veći, a razlika signifikantno značajna u odnosu na kontrolnu varijantu.
- U svim varijantama đubrenja došlo je do povećanja sadržaja lakopristupačnog fosfora i kalijuma u odnosu na početni nivo
- Konstatovano je značajno smanjenje lakopristupačnih mikroelemenata bora i cinka sa povećanjem doze azotnog đubriva.

LITERATURA

- Nel, P.C., R.O. Barnard, R.E. Steynberg, J.M. De Beer, and H.T. Groeneveld.1996. Trends in maize grain yields in long-term fertilizer trial. *FieldCrops Res.* 47:53–64.
- Coote, D.R. and Ramsey, J.F., 1983. Quantification of the effects of over 35 years of intensive cultivation on four soils. *Can. J. Soil Sci.*, 63: 1-14.
- Stinner, B.R., Hoyt, G.D. and Todd, R.L., 1983. Changes in soil chemical properties following a 12-year fallow: a 2-year comparison of conventional tillage and no-tillage agroecosystems. *Soil Tillage Res.*, 3: 277-290.
- Ivović P., Tatić-Kovačević R.-Marković N., Popović Ž., Stevanović D., Janković M., Pantović M., Martinović L.J., (1979): Rezultati višegodišnjih ogleda sa mineralnim đubrivima na nekim zemljištima Srbije. Institut za zemljište. Beograd.
- Jenkinson, D.S. (1991). The Rothamsted long-term experiments: Are they still of use? *Agron. J.* Vol. 83: 2–10.
- Koković N. (2010): Utvrđivanje fertilizacione vrednosti različitih složenih đubriva. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu
- Živković M. 1968b- Sastav humusa u šumskim gajnjačama Srbije različitig stepena zasićenosti bazama. *Arhiv za polj. nauke*, XXI, 72, 17-33

- Živković M. 1972- Sastav humusa u njivskim gajnjačama Srbije. Zbornik radova poljoprivrednog fakulteta, Zemun, 2 XX, 548, 1-18
- Rasool, R., Kukul, S.S., Hira, G.S., 2008. Soil organic carbon and physical properties as affected by long-term application of FYM and inorganic fertilizers in maize – wheat system. Soil Tillage Res. 101 (1 – 2), 31 – 36.
- Koković N. (2010): Utvrđivanje fertilizacione vrednosti različitih složenih đubriva. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Mineev, V.G. (2001) Praktikum po Agrohimii (ed. V.G. Mineev). Moskov. Univ.
- Dugalić G., Gajić B. 2012. Pedologija. Agronomski fakultet u Čačku
- Martinović Lj., Ivović P (1977): Uticaj dugogodišnje primene mineralnih đubriva na hemijske osobine gajnjače. Agrohemija.No. 1-2.Beograd.
- Marković N., Stevanović D., Martinović Lj., Kovačević R. (1985): Uticaj višegodišnjeg đubrenja na osobine zemljišta i prinose kultura. Agrohemija.No5, Beograd.
- Marković N., Stevanović D., Martinović Lj. (1989): Uticaj dugogodišnje primene mineralnih đubriva na hemijske osobine pseudogleja i gajnjače. Zemljište i biljka. Vol. 38, No.2, 69-78. Beograd.
- Riffaldi R., Saviozzi A., R. Levi-Minzi R., Menchetti F. (1994). Chemical characteristics of soil after 40 years of continuous maize cultivation .Agriculture, Ecosystems and Environment 49 239-245

Primljeno 02.08.2018
Primljeno sa ispravkama 21.08.2018
Odobreno 10.09.2018