

UDK: 633.2.03  
Originalni naučni rad

## PRIMENA ORGANOMINERALNIH ĐUBRIVA SA DODATIM KLINOPTILOLITOM U PROIZVODNJI KABASTE STOČNE HRANE

A. Simić, I. Živanović, N. Rajić, I. Milutinović, V. Rakić, T. Krogstad\*

**Izvod:** U radu je korišćen prirodni zeolitski tuf (sa kopa Zlatokop, Vranjska Banja, koji sadrži 70% zeolita klinoptilolita) kao dodatak svežem stajnjaku. Klinoptilolit se zbog velikog afiniteta za vezivanje amonijaka može koristiti kao njegov "nosač". Po dodavanju zeolitskog tufa svežem stajnjaku i posle fermentacije (zrenja) ovog kompleksa dobijeno je organomineralno đubrivo koje je tokom ispitivanja (2012-2014) primenjivano na pašnjaku u zapadnoj Srbiji. Primenjeno je 5 tretmana: kontrola bez đubrenja, zeolit u količini 3 t ha<sup>-1</sup>, zreo stajnjak u količini od 30 t ha<sup>-1</sup> i zreo stajnjak izmešan sa zeolitom u količini 30 t ha<sup>-1</sup>+10% zeolit, kao i mineralno azotno đubrivo KAN u količini od 50 kg N ha<sup>-1</sup> prve godine i 30 kg N ha<sup>-1</sup> druge godine. Đubrenje je obavljeno u jesen, a prihrana mineralnim đubrivom u proleće. Praćen je prinos i botanički sastav naredne dve vegetacione sezone. Prinos krme je rastao u odnosu na kontrolu pri đubrenju stajnjakom, stajnjakom sa zeolitom i KAN-om; a promene su se odrazile i na botanički sastav pašnjaka, što je uticalo na kvalitet dobijene krme.

**Gljučne reči:** azot, đubrenje, zeolit, pašnjak, stajnjak.

### Uvod

Prirodni travnjaci zauzimaju velike površine u brdsko-planinskom području Srbije. Azot (N) je najkritičniji element od uticaja na rast i razviće trava. Vlataste trave povoljno reaguju na visoke doze N, stvarajući izobilje vegetativne mase. Usvajanje i raspodela N kod biljaka uključuje mnoge promene u rastu i razviću (Gastal i Lemaire, 2002). Pri smanjenom snabdevanju azotom, njegovo usvajanje od strane useva zavisi od pristupačnosti zemljišnog mineralnog azota i raspodele, kao i od razvijenosti korena. Pri obilnom snabdevanju sa N, njegovo usvajanje uglavnom zavisi od fizičkog rasta biljke i njene razmene sa spoljnom sredinom.

Rezultati ukazuju da trave preferiraju amonijačni oblik azota u odnosu na nitrati (Griffith i Streeter, 1994). Potreba za ishranom amonijakom kod vlatastih trava raste usled sledećih pretpostavki: 1) povećano snabdevanje amonijakom kod trava vodi u povećanje bokorenja i prinos; 2) amonijak je često najvažniji oblik azota za kiselu zemljišta 3) amonijak se ne ispira iz zemljišta tako lako kao nitrati, pa je stoga potencijalno rastuća iskorišćenost pristupačnog azota dok se zagađenje podzemnih voda smanjuje (Griffith, 1990).

Intenzivno đubrenje azotom, veliko variranje padavina po sezonama i rastuća bojazan od ekonomskih i ekoloških posledica gubitaka azota su razlog povećane zainteresovanosti za funkcionisanje sistema zemljište-biljka i očuvanje azota. Restrikcije u upotrebi mineralnog azota u Evropi (European Union Council Regulation No 834/2007) dovele su do promena u razmatranju đubrenja travnjaka u Srbiji, naročito na ekstenzivnim površinama u brdsko-planinskom području.

Dosadašnja istraživanja izvedena na prirodnim travnjacima ukazuju da se maksimalni prinos dobija sa najvećom količinom primenjenog azotnog đubriva (160 kg ha<sup>-1</sup> azota) ili sa čak 500 kg ha<sup>-1</sup> NPK godišnje (N<sub>200</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub>) (Vučković i sar., 2014). Međutim,

\* Dr Aleksandar Simić, vanredni profesor, Iva Živanović, student doktorskih studija, Ivan Milutinović, farmer, dr Vesna Rakić, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet Beograd; dr Nevenka Rajić, redovni profesor, Tehnološko-metalurški fakultet Beograd; dr Tore Krogstad, Norwegian University of Life Sciences, Aas, Norway.

E-mail prvog autora: alsimic@agrif.bg.ac.rs

Ovaj projekt je podržan Norveškim programom u visokom obrazovanju, istraživanju i razvoju HERD (Projekt: Primena prirodnog zeolita (klinoptilolita) za tretman stajnjaka i kao nosača đubriva).

najveća doza azota nije ekonomski opravdana, pošto manje količine azota ( $40 \text{ kg ha}^{-1}$ ) proizvode mnogo više biomase po kilogramu primenjenog azota (Vučković i sar., 2004). Primena mineralnih đubriva povećava cenu proizvodnje, ali i bojazan od ekonomskih i ekoloških posledica. Primena prirodnih minerala, kao što je zeolit, sugerise se kao efikasna mogućnost za povećanje efikasnosti azotnih đubriva i radi prevencije zagađenja mineralnim đubrivima (Simić i sar., 2013). Zeoliti su hidratizirani alumosilikati, koji su sastavljeni od silicijuma, aluminijuma i kiseonika u trodimenzionalnoj rešetki i od katjona, vode i/ili drugih molekula unutar njihovih šupljina. Značajno je istaći da je porozna struktura zeolita pogodna za širok raspon katjona, kao što su  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  i drugi. Oni su skoro slobodni i u vodenoj suspenziji mogu se lako zameniti drugim katjonima, kao što je npr.  $\text{NH}_4^+$ . Ferguson i sar. (1986) ukazuju da se zeoliti mogu koristiti kao podloga za rast vlatastih trava.

Govedi stajnjak kao đubrivo za pašnjake je značajan izvor amonijačnog jona, ali gubici ispiranjem ili isparavanjem značajno smanjuju efikasnost stajnjaka u ratarstvu. Rezerve azota u stajnjaku je moguće očuvati primenom aditiva sa specifičnim afinitetom prema amonijačnim jonima. Prethodno je laboratorijskim istraživanjima utvrđeno da dodavanjem 10 % težinskih zeolita svežem govedem stajnjaku povećava zadržavanje oslobođenog amonijaka za 90% u odnosu na sistem bez zeolita (Milovanović i sar., 2013). Prema Lewis i sar. (1984), klinoptilolit obogaćen amonijakom predstavlja sporooslobađajuće đubrivo u zemljištu srednje teksture, a u zemljištu grublje teksture on smanjuje gubitak N preko ispiranja.

Dosadašnja ispitivanja u Srbiji ukazuju na mogućnost uspešne primene domaćih prirodnih zeolita u gajenju različitih useva, kao što su jabuka (Milosevic i Milosevic, 2009), jagoda i kupina (Glisic i sar., 2009) na zemljištima nepovoljnim za proizvodnju (degradirana i erodirana zemljišta). Rezultati ukazuju da kombinovano đubrenje [organsko (govedi stajnjak) i mineralna đubriva NPK (15:15:15) i prirodni zeoliti] smanjuju kiselost, povećavaju količinu humusa, delimično povećavaju ukupnu količinu N, i povrhu svega, povećavaju pristupačnost fosfora (P) i kalijuma (K) (Milosevic i Milosevic, 2009). Takođe, rezultati pokazuju da se hemijske osobine zemljišta unapređuju primenom kombinacije stajnjaka i prirodnog zeolita, pri čemu se povećava sadržaj humusa u sloju zemljišta dubine od 0–20 cm (Glisic i sar., 2009). Primenom modifikovanih prirodnih zeolita u poljoprivrednoj proizvodnji je moguće i gajenje useva sa povećanim pozitivnim učinkom na zdravlje. Prema Zonkhoeva i sar. (2007), moguće je gajiti pšenicu obogaćenu selenom sa korišćenjem klinoptilolita kao nosača selena.

Cilj ovih ispitivanja je bio da se istraži i koristi održivi izvor amonijaka za proizvodnju kabaste krme, koji je baziran na prirodnom zeolitu poreklom iz rudnika "Zlatokop" u južnoj Srbiji i govedem stajnjaku. Drugi cilj rada je poređenje stajnjaka kao đubriva sa organomineralnim đubrivom (zeolit izmešan sa svežim stajnjakom, pa potom fermentisan), kao i sa klasičnom prihranom azotnim mineralnim đubrivom (KAN). Utvrđivanje uticaja amonijaka iz različitih izvora na prinos krme i sastav travnjaka bi se mogao koristiti za unapređenje efikasnosti korišćenja azota i na drugim kulturama u poljskim uslovima.

### **Materijal i metod rada**

Ogled je izveden na prirodnom pašnjaku tokom dve godine (2012-14) uz primenu 5 tretmana đubrenja: a) čist stajnjak ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ); b) organomineralno đubrivo (stajnjak+zeolit u proporciji  $30 \text{ t ha}^{-1} + 10 \%$  težinskih zeolita); c) čist zeolit ( $3 \text{ t ha}^{-1}$ ); d) prihrana azotom preko mineralnog đubriva (KAN;  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  u prvoj i  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$  u drugoj godini ogleđa) i e) kontrola. Visoka norma stajnjaka je primenjena na pašnjaku usled izostanka upotrebe mineralnog đubriva, kao i radi potenciranja uticaja spontanog đubrenja krava na ispaši. Količina primenjenog KAN-a je predstavljala paralelu sa intenzivnim đubrenjem stajnjakom, te je količina od  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  N podeljena po godinama prema iskoristljivosti stajnjaka (50% u prvoj godini, 30% u drugoj i 20% u trećoj). Poljski ogled je zasnovan u okolini Šapca ( $44^{\circ}40'40''\text{S } 19^{\circ}39'05''\text{E}$ , 123 mnv.), po metodu slučajnog blok sistema parcelica ( $5 \times 2\text{m}$ ) u 4 ponavljanja. Zeolitski tuf (poreklom iz rudnika Zlatokop, Vranjska Banja) je imao 70% klinoptilolita ( $\text{Ca}_{1.6}\text{Mg}_{0.7}\text{K}_{0.7}\text{Na}_{0.3}\text{Al}_{5.5}\text{Si}_{26}\text{O}_{72} \cdot 23\text{H}_2\text{O}$ ), veličine frakcija u rasponu 0,063-0,1 mm). Svež govedi stajnjak je prethodno pripremljen tako što je mešan sa prirodnim zeolitom

do homogene smeše i zgorevao (fermentisao) tokom 3 meseca. Tretmani sa zeolitom, stajnjakom i organomineralnim đubrivom su primenjeni u jesen prve eksperimentalne godine. Prolećna prihrana sa KAN-om je izvedena početkom vegetacione sezone u prvoj i drugoj godini, sa preračunatim količinama azota kao pandan oslobođenom N iz stajnjaka i organomineralnog đubriva. Parcelice su košene dvaput, u maju i julu. Merena je sveža masa, sušeni su uzorci da bi se dobio faktor sasušavanja i preračunavan prinos po hektaru. Analiza botaničkog sastava na osnovu pokrovnosti je rađena za svaku parcelicu posebno u prvom otkosu. Radi šire slike, zbirna zastupljenost je posmatrana u okviru 3 frakcije: korisne trave, korisne leguminoze i ostale zeljanice (uglavnom korovske vrste).

Zemljište na kome je izveden poljski ogled je po teksturi praškasta glinovita ilovača, a najvažnije osobine zemljišta su prikazane u tabeli 1.

**Tab. 1.** Hemijske osobine zemljišta  
*Chemical properties of soil*

Dubina <i>Depth</i>	pH		OM %	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	AL-K <sub>2</sub> O mg/100g	Ukupan C <i>Total C %</i>	Ukupan N <i>Total N %</i>
	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O					
0-20 cm	5,07	5,73	4,31	1,98	11,51	1,37	0,16

Zemljište je kisele reakcije, sa veoma malom količinom fosfora. Iako ima humusa, veoma mala količina azota je prisutna u zemljištu.

Meteorološki podaci su prikupljeni iz referentne stanice u Sremskoj Mitrovici u blizini poljskog ogleda.

**Tab 2.** Srednje mesečne temperature (°C) i mesečne padavine tokom vegetacionog perioda 2012-2014

*Average monthly temperature, °C and monthly precipitation sum, mm (2012-2014)*

Godina <i>Year</i>	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	Total
<b>Temperature/Temperatures</b>													
Prva/ <i>First</i>	23,8	19,3	12,8	9,3	1,1	3,2	3,9	6,3	13,1	17,2	19,9	21,2	12,6
Druga/ <i>Second</i>	15,9	13,7	8,4	1,7	4,2	6,8	9,5	13,3	16,1	19,8	21,9	21,2	12,7
<b>Količina padavina/Precipitation sum</b>													
Prva/ <i>First</i>	1,0	17,6	36,2	24,0	57,5	56,2	47,8	65,3	32,0	119	62,0	44,5	563
Druga/ <i>Second</i>	61	71,6	34,1	5,8	51	17	47	76	188	38	75	56	720

Na osnovu meteoroloških podataka, ukupne padavine su u prvoj vegetacionoj godini bile 563 mm, a u drugoj godini 720 mm, ukazujući na humidne uslove druge vegetacione sezone. Prosečne godišnje temperature su za obe vegetacione sezone bile slične, ali sa velikim uporednim razlikama po mesecima (Tabela 2).

### Rezultati istraživanja i diskusija

U obe godine ispitivanja su ostvarena dva otkosa, uz značajan porast prinosa primenom đubriva, naročito izražen u prvoj godini. Tretmani đubrenja su uticali na prinos, posebno u prvom otkosu; prinosi su duplirani sa đubrenjem u odnosu na kontrolu (Tabela 3). Stajnjak pokazuje donekle produženo dejstvo u drugom otkosu prve godine, dok je tretman sa čistim zeolitom imao negativni uticaj na prinos u sušnim letnjim uslovima. U drugoj vegetacionoj godini je produženo dejstvo stajnjaka uticalo na veći prinos u odnosu na kontrolni i tretman sa čistim zeolitom. Prihrana mineralnim azotom je dobar način za povećanje prinosa, dok su kontrola i čist zeolit postigli najmanje prinose.

U ukupnom prinosu prirodnog travnjaka za dve vegetacione sezone se uočava značajno povećanje prinosa sa primenom stajnjaka, organomineralnog đubriva i mineralnog azota u odnosu na kontrolu i primenu čistog klinoptilolita. Iako organomineralno đubrivo nije nadmašilo ostala dva tretmana, rezultat ukazuje na mogućnost korišćenja stajnjaka sa zeolitom pri đubrenju prirodnih travnjaka, kao zamene za skupa i ekološki rizična mineralna azotna đubriva.

**Tab. 3.** Prinos SM po otkosu, t ha<sup>-1</sup>  
DM yield per cut, t ha<sup>-1</sup>

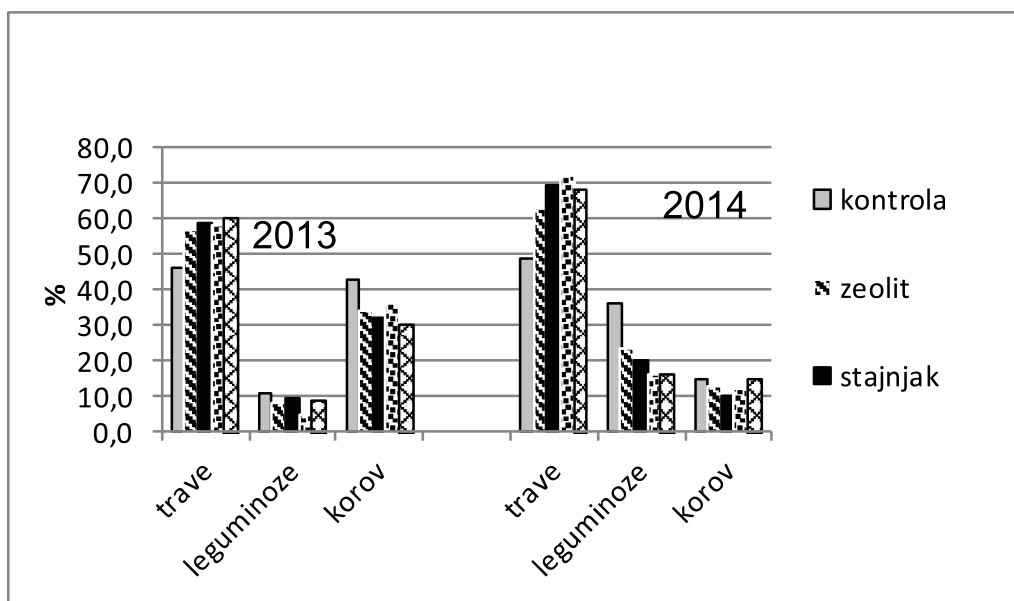
Tretmani Treatments	2012-2013			2013-2014			2012-14
	I otkos cut	II otkos cut	Ukupno Total	I otkos cut	II otkos cut	Ukupno Total	Ukupno Sum
<b>Kontrol/Control</b>	1,99 <sup>c</sup>	1,02 <sup>ab</sup>	3,01	1,24 <sup>b</sup>	0,79 <sup>a</sup>	2,03	<b>5,04</b>
<b>Zeolit/Zeolite</b>	2,38 <sup>c</sup>	0,91 <sup>b</sup>	3,29	1,31 <sup>b</sup>	0,73 <sup>a</sup>	2,04	<b>5,33</b>
<b>Stajnjak/Manure</b>	4,53 <sup>a</sup>	1,38 <sup>a</sup>	5,91	2,09 <sup>a</sup>	0,67 <sup>a</sup>	2,76	<b>8,67</b>
<b>St. +zeol./Man.+zeol.</b>	4,11 <sup>ab</sup>	0,97 <sup>ab</sup>	5,08	1,62 <sup>ab</sup>	0,68 <sup>a</sup>	2,30	<b>7,38</b>
<b>Azot/Nitrogen</b>	3,31 <sup>b</sup>	0,96 <sup>ab</sup>	4,27	2,06 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	2,78	<b>7,05</b>

\*Vrednosti obeležene istim slovom se ne razlikuju značajno na osnovu LSD testa; LSD<sub>0,05</sub> – najmanja značajna razlika sa  $P \leq 0,05$

\*Values denoted by the same letter are not significantly different by Fisher's protected LSD values; LSD<sub>0,05</sub> – least significant difference at  $P \leq 0.05$

Prvi otkos u obe godine je bio prinasniji pa je njegov botanički sastav značajniji za procenu uticaja tretmana. U drugoj godini je na botanički sastav travnjaka uticaj imao splet vremenskih uslova, uticaj skidanja biomase u prvoj godini i produženog dejstva tretmana iz prve godine, te prihrane sa 30 kg ha<sup>-1</sup> N.

Svi primenjeni tretmani, pa i sa čistim zeolitom, povećali su udeo trava u obe vegetacione sezone (Grafikon 1). Najveći udeo trava je zabeležen u drugoj godini pri đubrenju organomineralnim đubrivom (72%), ali istovremeno je na tom tretmanu bio najmanji udeo leguminoza u prvoj godini (5,3%). Ovakav rezultat ukazuje da zeolit sa stajnjakom favorizuje trave kao velike potrošače azota, a sa druge strane nema značaja za leguminoze koje usvajaju azot azotofiksacijom.



**Grafikon 1.** Botanička analiza po godinama na osnovu pokrovnosti  
**Graf. 1.** Botanical composition by covering

Prikazani rezultati za dve godine istraživanja ukazuju na različite odgovore prinosa u dve vegetacione sezone, što se može objasniti kao posledica različitih vremenskih uslova. Sezona 2013/2014 je bila sa više padavina, što je favorizovalo trave i belu detelinu, kao vrste zahtevne kad se radi o vlazi. U ovom eksperimentu je primetna dominacija uticaja vremenskih prilika i otkosa na prinos, u odnosu na primenjene tretmane. Takođe, rezultati potvrđuju prethodno objavljene rezultate o prirodnom zeolitu kombinovanom sa stajnjakom (Glisic i sar., 2009), gde su primenjeni za saniranje zemljišta nepovoljnih hemijskih osobina, kao i za povećanje prinosa na njemu.

### Zaključak

Dobijeni rezultati ukazuju da korišćenje organomineralnog đubriva (goveđeg stajnjaka obogaćenog zeolitom) na pašnjacima, doprinosi očuvanju azota. Njegova primena daje mogućnost za smanjenje upotrebe mineralnih azotnih đubriva na prirodnim travnjacima. Na osnovu prikazanih rezultata, prirodni zeolit može biti preporučen za primenu u poljoprivredi u smislu održivog đubrenja i radi unapređenja sistema govedarstvo – stajnjak – organomineralno đubrivo za krmni usev.

### Zahvalnica

Ovaj projekt je podržan Norveškim programom u visokom obrazovanju, istraživanju i razvoju HERD (Projekt: Primena prirodnog zeolita (klinoptilolita) za tretman stajnjaka i kao nosača đubriva).

### Literatura

1. Ferguson G. A., Pepper I. L., Kneebone W. R. (1986): Growth of Creeping Bentgrass on a New Medium for Turfgrass Growth: Clinoptilolite Zeolite-Amended Sand. *Agron. J.* 78:1095-1098.
2. Gastal, F., Lemaire, G. (2002): N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *J. Exp. Bot.*, 53:370, 789–799.
3. Glisic, I. P., Milosevic, T. M., Glisic, I. S., Milosevic, N. T. (2009): The effect of natural zeolites and organic fertilisers on the characteristics of degraded soils and yield of crops grown in western Serbia. *Land Degrad. Develop.* 20:33–40.

4. Griffith, S. M., Streeter, D. J. (1994): Nitrate and ammonium nutrition in ryegrass: Changes in growth and chemical composition under hydroponic conditions. *J. Plant Nutrition*, 17(1), 71-81.
5. Griffith, S.M. (1990): Effects of enhanced ammonia nutrition on tiller development in Italian ryegrass. In: *Seed Production Research*, W. Young, III (ed.), Oregon State University Extension and USDA-ARS, Corvallis, Oregon, p. 21.
6. Lewis, M. D., Moore, F. D., Goldsberry, K. L. (1984): Ammonium-exchanged clinoptilolite and granulated clinoptilolite with urea as nitrogen fertilizers. In: Pond, W. G., Mumpton, F. A. (eds.). *Zeo-Agriculture: Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*. Weistview Press, Boulder, CO, USA.
7. Milosevic, T., Milosevic, N. (2009): The effect of zeolite, organic and inorganic fertilizers on soil chemical properties, growth and biomass yield of apple trees. *Plant Soil Environ.*, 55(12): 528-535.
8. Milovanović, J., Simić, A., Rakić, V., Grbić Alibegović, S., Krogstad, T., Rajić, N. (2013): Zeolite as a binding agent for ammonia ions and as a soil additive. Part I: Ammonia adsorption by the zeolite. *Proceedings of the 5th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites*, Zlatibor, 30 May-2 June 2013, p. 88-91.
9. Simić, A., Milovanović, J., Grbić Alibegović, S., Raičević, S., Rakić, V., Krogstad, T., Rajić, N. (2013): Zeolite as a binding agent for ammonia ions and as a soil additive. Part II: Effect on grass growth and quality. *Proceedings of the 5th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites*, Zlatibor, 30 May-2 June 2013, p. 96-99.
10. Vučković, S., Simić, A., Čupina, B., Stojanović Ivana, Stanisavljević, R., Vojin, S., Dubljević, R. (2004): The effect of nitrogen fertilizer on the productivity of *Cynosuretum cristati* type meadows on the Sjenica-Pešter plateau. *Acta agriculturae Serbica*, 9(17):123-127.
11. Vučković S., Simić A., Jovanović M., Čupina B., and Krstić D. (2014): Effect of mineral fertilization on yield and quality of grassland ecosystem *Agrostietum vulgaris*. *Grassland Science in Europe*, 19:312-314.
12. Zonkhoeva, E. L., Revenskiy, V. A., Chimitdorzhieva, G. D., Andreeva, D. B., Sanzhanova, S. S. (2007): Growth of Seleniferous Wheat with the Use of Natural Zeolite. *Chemistry for Sustainable Development*, 15:429-432.

UDC: 633.2.03  
Original scientific paper

## **APPLICATION OF ORGANOMINERAL FERTILIZERS ENRICHED BY CLINOPTILOLITE IN VOLUMINOUS FORAGE PRODUCTION**

*A. Simić, I. Živanović, N. Rajić, I. Milutinović, V. Rakić, T. Krogstad\**

### **Summary**

The zeolitic tuff (Zlatokop deposit, Vranjska Banja, Serbia) containing 70% of clinoptilolite was used as a manure additive in this work. Clinoptilolite as a binding agent can be „carrier“ of ammonia ion. In the present study, cattle manure enriched with clinoptilolite was applied as an organomineral fertilizer. The experiment was carried out on a natural pasture in period 2012-14 in Western Serbia. It included five different treatments: a) control without fertilizer; b) pure fermented cattle manure (30 t ha<sup>-1</sup>); c) organomineral fertilizer (30 t ha<sup>-1</sup> cattle manure +10 wt.% zeolite); d) pure zeolite (3 t ha<sup>-1</sup>); and e) nitrogen application by mineral fertilizer, 50 kg ha<sup>-1</sup> N in the first year and 30 kg ha<sup>-1</sup> N in the second year. The fertilizers were applied in autumn, except mineral fertilizer which was applied in spring. The dry matter (DM) contents and the botanical compositions of forage were estimated for two years. Treatments with manure, organomineral fertilizer and mineral N application gave higher DM yield compared to control plots, and changes have been reflected on pasture composition, which affected forage quality.

**Key words:** fertilization, manure, nitrogen, pasture, zeolite.

---

\*Aleksandar Simić, Prof. Ph.D., Iva Živanović, MSc., Ivan Milutinović, Vesna Rakić, Prof. Ph.D., Faculty of Agriculture, Zemun–Belgrade; Nevenka Rajić, Prof. Ph.D., Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade; Tore Krogstad, Prof. Ph.D., Norwegian University of Life Sciences, Aas, Norway.

E-mail of corresponding author: alsimic@agrif.bg.ac.rs

Research presented in the paper HERD Norway.