

SADRŽAJ AZOTA IZ UREE U MLEKU – POKAZATELJ ADEKVATNE PROTEINSKE ISHRANE MLEČNIH GOVEDA

*B. Stojanović, G. Grubić, N. Đorđević**

Izvod: U radu je razmatrana mogućnost korišćenja sadržaja N iz uree u mleku (MUN-Milk urea nitrogen) kao pokazatelja efikasnosti iskorišćavanja N iz obroka krava u laktaciji i njegove upotrebe kao indikatora za adekvatnu izbalansiranost obroka mlečnih goveda u pogledu sadržaja pojedinih frakcija sirovog proteina, kao i obezbeđenosti energijom. Ukazano je na povezanost ovog činioca sa ukupnim proizvodnim i ekonomskim rezultatima mlečnih grla, kako sa aspekta efikasnosti iskorišćavanja pojedinih hranljivih materija i energije iz konzumirane hrane, tako i sa aspekta reproduktivnih performansi krava. Naglašena je značajna korelacija između koncentracije uree u krvnoj plazmi, mleku i urinu. Ističe se i mogućnost korišćenja ove činjenice u cilju smanjenja emisije N u životnu sredinu, sa farmi mlečnih goveda, primenom adekvatnijeg formulisanja obroka koji se koriste za ishranu životinja.

Cljučne reči: krave, ishrana, protein, sadržaj N iz uree u mleku.

Utica j proteinske ishrane mlečnih goveda na sadržaj uree u mleku

Za efikasno iskorišćavanje konzumiranog N kod krava u laktaciji, od velikog je značaja obezbediti u obroku kako odgovarajuću količinu i kvalitet proteina, adekvatnu potrebama proizvodnje životinja, tako i optimalan sadržaj energije i odnos konzumirane NEL i sirovog proteina (Grubić i sar., 2003., Stojanović i sar., 2006a). Metabolizam proteina u organizmu krava podrazumeva neophodno obezbeđenje ovih hranljivih sastojaka kako za mikrofloru buraga (koristi frakciju sirovog proteina razgradivu u rumenu-RDP) tako i za životinju domaćina (mikrobijalni protein sintetisan u buragu i sirovi protein iz hrane koji nije razgradiv u buragu RUP), (Grubić i Adamović, 2003; Grubić i sar., 2002). Višak konzumiranog proteina (u odnosu na potrebe), kako sirovog proteina (SP), tako i pojedinih njegovih frakcija (RDP i RUP), kao i neodgovarajući sadržaj energije u obroku, i odnos NEL i SP, dovode do povećanog sadržaja uree u krvnoj plazmi i mleku (Wattiaux and Karg, 2004., Nousiainen et al., 2004., Frank and Swensson, 2002., Jonker et al., 1998., Grubić i sar., 1997., Hof et al., 1995., Roseler et al., 1993). Koncentracija uree u krvnoj plazmi i mleku je direktno povezana sa količinom N koja se izluči preko urina (Jonker et al., 1998). Urea u krvnoj plazmi predstavlja glavni krajnji proizvod metabolizma proteina

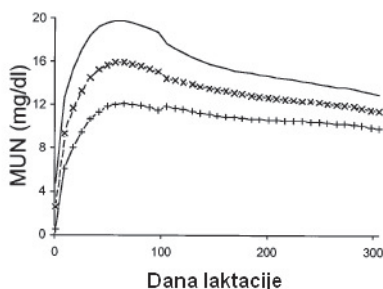
* Mr Bojan Stojanović, asistent, dr Goran Grubić, redovni profesor, dr Nenad Đorđević, vanredni profesor, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.

kod preživara, i njena visoka koncentracija je indikator neefikasnog iskorišćavanja konzumiranog N, odnosno proteina (Nousiainen et al., 2004). Koncentracija uree u telesnim tečnostima je uravnotežena, što objašnjava činjenicu o visokoj korelaciji između koncentracije N iz uree u krvnoj plazmi (BUN) i mleku (MUN): $r^2 = 0,72-0,98$ (Hof et al., 1997). Pošto je uzimanje uzoraka mleka daleko pristupačnija metoda u odnosu na kompleksniju i invazivnu metodu uzorkovanja krvi, veći broj istraživača predlaže determinisanje koncentracije N iz uree u uzorcima mleka iz zbirnih tankova, kao rutinsku metodu za dijagnostikovanje efikasnosti proteinske ishrane krava (Nousiainen et al., 2004; Jonker et al., 2002; Jonker et al., 1998; Hof et al., 1997; Roseler et al., 1993).

Dva su osnovna metabolička izvora gubitka N u organizmu krave. Prvi predstavlja višak N koji je na raspolaganju ruminalnoj mikroflori, u poređenju sa dostupnom energijom za njen porast (pre svega lako iskoristivi ugljeni hidrati). Višak biva absorbovan kroz zid buraga u krv, u vidu NH_3 . Drugi izvor metaboličkog gubitka N predstavlja pravi protein resorbovan u tankom crevu, koji se koristi za održanje, sintezu proteina mleka i tkiva, i za nadoknadu endogenih gubitaka u N. Kod krava u laktaciji efikasnost njegovog korišćenja za navedene svrhe iznosi oko 67, 64, 50 i 67% respektivno, kod krava hranjenih obrokom sa optimalnim odnosom između dostupnog proteina i energije (Tamminga et al., 1994). Preostali protein, odnosno AK se nakon deaminacije koriste kao izvor energije, ili za sintezu energetskih materija. Nastali NH_3 se detoksikuje u jetri, gde se uz dodatni utrošak energije (4 mol ATP po 1 mol $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) sintetise netoksična urea, što dodatno negativno utiče na energetske bilans krava u laktaciji (Stojanović i sar., 2006a).

Neproteinski azot (NPN) čini 5-6 % od ukupnog N u mleku, od čega urea čini oko 50 %. Prema Wattiaux-u i Karg-u (2004) prosečna koncentracija N iz uree u mleku krava, čiji je obrok izbalansiran u pogledu sadržaja RDP i RUP (NRC-2001), iznosi 12,1mg/100ml. Model Jonker-a et al., (1998) predviđa sadržaj MUN od 13,51 mg/100ml, za kravu koja proizvodi 10000 kg mleka u laktaciji. Povećanje ili smanjenje mlečnosti za 2000 kg mleka u laktaciji, utiče na povećanje ili smanjenje koncentracije MUN za 2,85mg/100ml. Za promenu u sadržaju mlečne masti za $\pm 0,5$ %, model predviđa promenu u koncentraciji MUN za $\pm 1,70$ mg/100ml. Povećanje TM krave u laktaciji za 50 kg, dovodi do povećanja sadržaja MUN u proseku za 0,42 mg/100ml. Sa svakom narednom laktacijom, predviđeno je smanjenje sadržaja MUN za 0,45mg/100ml. Generalno, povećanje potreba u N dovodi do povećanja koncentracije N iz uree u mleku. Prema Hof-u et al., (1997) kada je obrok krava izbalansiran u pogledu sadržaja RDP (nema viška N u buragu) i energije dostupne mikroflori buraga, prosečna koncentracija MUN je bila $10,3 \pm 0,5$ mg/100ml. Prihvatljive vrednosti za MUN, pri korišćenju automatizovanih metoda analize mleka, kreću se između 10 i 14mg/100ml.

Grafik 1. Predviđene koncentracije N iz uree u mleku, mlečnost za 305 dana laktacije: 12000 kg (-), 10000 kg (x) i 8000 kg (+), (Jonker i sar., 1998)
 Expected concentrations of N from urea in milk, during 305 days of lactation: 12000 kg (-), 10000 kg (x) i 8000 kg (+), (Jonker et al., 1998)



Koncentracija N iz uree u urinu je 32-38 puta veća, u odnosu na mleko (Broderick and Clayton, 1997). Od ukupno konzumiranog N, retencija N u tkivima organizma iznosi oko 2 %. Oko 20 % se iskoristi za sintezu konstituenata mleka, 30 % se izluči putem fecesa, a oko 50 % se izluči preko urina (Hof et al., 1997). U evropskim zemljama od 15-75 % ukupno oslobođenog amonijaka u atmosferu ide na račun govedarske proizvodnje (Stojanović i sar., 2006b). U Holandiji je to oko 55 % (Hof et al., 1997). Ovo govori o urgentnoj potrebi za smanjenjem negativnog uticaja na životnu sredinu, a što se može ostvariti adekvatnom ishranom i poboljšanjem efikasnosti iskorišćavanja konzumirane hrane (Stojanović i sar., 2004).

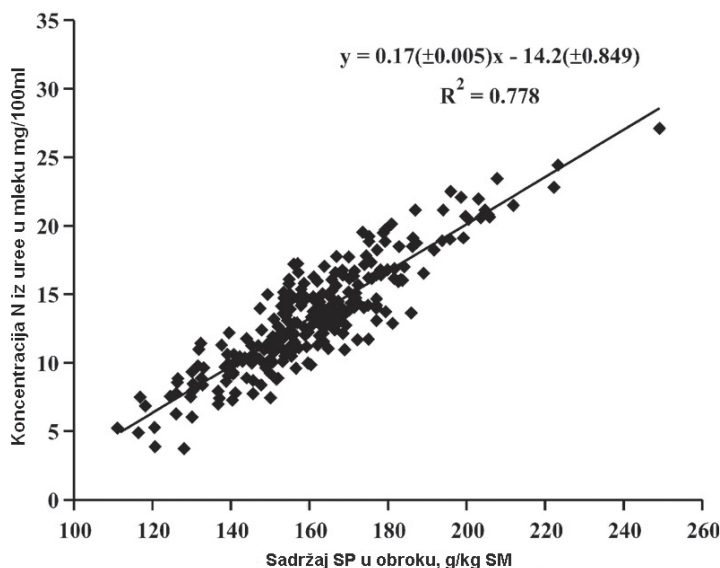
Sadržaj N iz uree u mleku kao pokazatelj efikasnosti iskorišćavanja proteina iz obroka

Veći broj istraživanja koja su imala za cilj ocenu sadržaja MUN, kao pokazatelja efikasnosti iskorišćavanja proteina iz obroka krava u laktaciji, navode opravdanost njegove primene.

Prema Nousiainen-u et al., (2004) sadržaj SP u obroku predstavlja najvažniji faktor od koga zavisi koncentracija N iz uree u mleku (koeficijent korelacije $r^2 = 0,778$). Ista korelacija je utvrđena i između odnosa SP i metaboličke energije u obroku i MUN ($r^2 = 0,778$), dok između viška razgradivog proteina u rumenu i MUN ona iznosi $r^2 = 0,767$. Pri konstantnom sadržaju SP, povećanje sadržaja NDF u obroku za 1g/kg SM, dovodi do povećanja MUN za 0,007 mg/100ml, dok povećanje NSC u obroku krava u laktaciji za 1g/kg SM utiče na smanjenje MUN za 0,007 mg/100ml. Povećanje sadržaja RDP za 1 g/kg SM obroka, iznad normativa, dovodi do povećanja sadržaja MUN za 0,011 mg/100ml, dok povećanje sadržaja RUP za 1 g/kg SM obroka, iznad normativa, povećava MUN za 0,002 mg/100ml. Povećanje sadržaja NH_3 azota iz silaže za 1g/kg SM obroka povećava MUN za 0,03 mg/100ml, dok povećanje sadržaja IMK ili mlečne kiseline za 1g/kg SM obroka povećava sadržaj MUN za 0,04mg/100ml. Korišćenje mravlje kiseline kao aditi-

va, povoljnije utiče na MUN u odnosu na korišćenje enzima ili inokulanata, pri spremanju silaže, kao i u odnosu na pripremu silaže bez aditiva. Korišćenje termički obrađene sačme uljane repice (sa većim sadržajem RUP) dovodi do povećanja sadržaja pravog proteina u mleku i nižeg sadržaja MUN, u odnosu na korišćenje sojine sačme (veći sadržaj RDP) u obroku krava u laktaciji.

Grafik 2. Povezanost sadržaja SP u obroku i koncentracije N iz uree u mleku (Nousiainen i sar., 2004)
Relationship between content of RP in the diet and concentration of N from urea in milk (Nousiainen et al., 2004)



Korišćenje kukuruzne silaže, ili silaže lucerke kao osnovnog kabastog hraniva, nema značajnog uticaja na sadržaj MUN, u izbalansiranim obrocima za krave u laktaciji (prema normativima NRC-2001). Smanjenje sadržaja SP u SM obroka sa 17,5 na 16,4% (4-12 nedelja laktacije) ne utiče na proizvodnju mleka i proizvodnju pravog proteina mleka, ali dovodi do smanjenja koncentracije MUN sa 12,7 na 11,7 mg/100ml. Povećanje konzumiranja RDP iznad normativa za 10 g, povećava MUN za 0,1 mg/100ml, dok povećanje konzumiranja RUP za 10 g podiže sadržaj MUN za 0,03 mg/100ml. Jaka pozitivna korelacija između MUN i efikasnosti iskorišćavanja konzumirane SM obroka (kg mleka/kgSM, u proseku oko 2,02) u prve 3 nedelje laktacije, ukazuje na značajan uticaj mobilisanih telesnih rezervi proteina na koncentraciju MUN. Ovo je razumljivo s obzirom da je efikasnost iskorišćavanja telesnih proteina za sintezu proteina mleka oko 80%, a preostalih 20% se deaminuje i koristi kao izvor energije. Na ovo ukazuje i negativna korelacija između MUN i konzumiranja SM obroka tokom prve 3 nedelje laktacije, a od 4-12 nedelja laktacije ova korelacija je pozitivna (Wattiaux and Karg, 2004).

Roseler et al., (1993) navode da su povećanje sadržaja SP, kao i neizbalansiranost obroka u pogledu sadržaja frakcija sirovog proteina (protein razgradiv u buragu i protein nerazgradiv u buragu), osnovni faktori od kojih zavisi nivo N iz uree u mleku. Veliki uticaj na koncentraciju MUN ima i sadržaj energije u obroku, jer je utvrđena negativna korelacija između konzumiranja energije i sadržaja uree u mleku. Statistički značajnu povezanost između viška konzumiranog sirovog proteina koji je dostupan ruminalnoj mikroflori i MUN ($r^2 = 0,81$), uz isticanje značaja odnosa proteina i energije u obroku, navode i Hof et al., (1997). Visoku povezanost MUN sa sadržajem SP u SM obroka krava ($r^2 = 0,839$), kao i sa odnosom SP i NEL u obroku ($r^2 = 0,833$) navode i Broderick and Clayton (1997).

Wattiaux et al., (2005) navode da se koncentracija MUN povećava za 0,06 odnosno 0,03 mg/100ml, za svaki 1 kilogram povećanja dnevne mlečnosti krava od 5-29 kg, odnosno 30-59 kg respektivno.

U periodu korišćenja ispaše, dolazi do povećanja koncentracije MUN, zbog većeg sadržaja frakcije proteina razgradivog u rumenu.

Visok sadržaj uree u krvi i mleku može biti povezan sa smanjenjem reproduktivnih performansi krava (Stojanović i sar., 2006a). Koncentracije BUN i MUN iznad 19mg/100ml, povezane su sa smanjenjem intenziteta plodnosti mlečnih krava za 18-21 % (Butler et al., 1996). Kod krava sa većim sadržajem MUN od 21mg/100ml, mnogo je verovatnija ponovna pojava estrusa 21 dan posle veštačkog osemenjavanja. Sa porastom vrednosti za MUN smanjuje se verovatnoća da krave ostanu steone (Larson et al., 1997). Rajala-Schultz et al., (2001) navode da postoji 2,4 puta veća verovatnoća da su krave sa sadržajem N iz uree u mleku ispod 10 mg/dl, a 1,4 puta veća verovatnoća da su krave sa koncentracijom N iz uree u mleku između 10,0 i 12,7 mg/dl, ostale steone nakon osemenjavanja, u odnosu na krave sa sadržajem N iz uree u mleku iznad 15,4 mg/dl. Postojanje negativne korelacije između MUN i koncepcije krava navode i Guo et al., (2004).

Vrednosti heritabiliteta za koncentraciju MUN za sve laktacije krava holštajn rase se kreću od 0,15-0,22 (zavisno od metode analize sadržaja MUN). Pozitivna genetska korelacija između MUN i dužine servis perioda kod prve laktacije iznosi 0,21, a kod druge laktacije 0,41. Ovo pokazuje da veću koncentraciju MUN prati i duži servis period (Mitchell et al., 2005).

U upotrebi je više automatizovanih metoda za determinisanje MUN. Neke se zasnivaju na tretiranju uzoraka mleka ureazom, i nakon toga merenju promene pH vrednosti, uzrokovane oslobođenim NH_3 (CL-10 uređaj), ili kolorimetrijskom utvrđivanju količine oslobođenog NH_3 (najpreciznija metoda, Bentley i Skalar uređaji). Druge se zasnivaju na infracrvenoj spektroskopiji (Foss sistemi).

Prema nekim studijama (Jonker et al., 2002) pozitivan ekonomski efekat finijeg podešavanja obroka u pogledu sadržaja SP i odnosa pojedinih frakcija SP je znan. Cena koštanja analiza sadržaja N iz uree u mleku je oko 1/10 ovog iznosa. Ovome treba dodati i pozitivan ekonomski efekat iz poboljšanih reproduktivnih osobina-plodnosti krava u zapatu, koji je verovatno veći, kao i izuzetno značajan (mada kod nas još uvek nedovoljno potenciran) pozitivan efekat smanjenja negativnog uticaja na okolinu (manja emisija NH_3).

Zaključak

Postoji značajna korelacija između sadržaja uree u mleku, odnosno koncentracije azota iz uree u mleku i nivoa proteina u obroku, izbalansiranosti obroka u pogledu sadržaja pojedinih frakcija SP (RDP i RUP), kao i odnosa energije i proteina. Ovo ukazuje na mogućnost primene ovog pokazatelja u praksi, a u cilju utvrđivanja efikasnosti iskorišćavanja proteina iz obroka. Precizan sistem proteinske ishrane krava u laktaciji mora obezbediti obrok u skladu sa konkretnim nivoom proizvodnje mleka, ali i izbegavanje konzumiranja viška proteina, koje utiče na njihovo neefikasno iskorišćavanje, nepovoljno deluje na energetski bilans proizvodnje životinja, dovodi do povećanog izlučivanja azota u okolinu i nepotrebno poskupljuje obrok. Postoji izražena potreba za praćenjem adekvatnosti proteinske ishrane krava u laktaciji. Utvrđivanjem sadržaja azota iz uree u mleku, omogućuje se fino podešavanje obroka sa aspekta sadržaja proteina, odnosa proteina i energije, efikasno iskorišćavanje konzumiranih proteina i energije, ekonomičnost obroka, optimalne reproduktivne performanse zapata mlečnih krava, profitabilnija celokupna proizvodnja, i što je posebno značajno smanjuje se emisija azota u okolinu.

Literatura

1. *Butler, W.R., Calaman, J.J., Beam, S.W. (1996):* Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 74, 858-865.
2. *Broderick, G.A., Clayton, M.K. (1997):* A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.*, 80, 2964-2971.
3. *Frank, B., Swensson, C. (2002):* Relationship between content of crude protein in rations for dairy cows and milk yield, concentration of urea in milk and ammonia emissions. *J. Dairy Sci.*, 85, 1829-1838.
4. *Grubić, G., Adamović, M. (2003):* Ishrana visokoproizvodnih krava. Institut PKB Agroekonomik, Beograd.
5. *Grubić, G., Adamović, O., Stojanović, B., Đorđević, N. (2003):* Savremeni aspekti u normiranju potreba u proteinima za krave muzare. *Veterinarski glasnik*, 57, 3-4, 101-112.
6. *Grubić, G., Adamović, M., Đorđević, N., Stojanović, B. (2002):* Novi normativi za ishranu muznih krava. *Mlekarstvo*, 2, 37-42.
7. *Grubić, G., Hristov, S., Adamović, M., Jovanović, R. (1997):* Uticaj suficita proteina u obrocima na zdravstveno stanje krava. *Veterinarski glasnik*, 51 (3-4), 127. Beograd.
8. *Guo, K., Russek-Cohen, E., Varner, M.A., Kohn, R.A. (2004):* Effects of milk urea nitrogen and other factors on probability of conception of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 87, 1878-1885.
9. *Hof, M., Vervoorn, M. D., Lenaers, P.J., Tamminga, S. (1997):* Milk urea nitrogen sa a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80, 3333-3340.
10. *Jonker, J.S., Kohn, R.A., High, J. (2002):* Use of milk urea nitrogen to improve dairy cows diet. *J. Dairy Sci.*, 85, 939-946.

11. *Jonker, J.S., Kohn, R.A., Erdman, R.A. (1998):* Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 81, 2681-2692.
12. *Larson, S.F., Butler, W.R., Currie, W.B. (1997):* Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increased milk urea nitrogen in lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 80, 1288-1295.
13. *Mitchell, R.G., Rogers, G.W., Dechow, C.D., Vallimont, J.E., Coopre, J.B., Sander-Nielsen, U., Clay, J.S. (2005):* Milk urea nitrogen concentration: heritability and genetic correlations with reproductive performance and disease. *J. Dairy Sci.*, 88, 4434-4440.
14. *Noussianen, J., Shingfield, K.J., Huhtanen, P. (2004):* Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *J. Dairy Sci.* 87: 386-398.
15. *Rajala-Schultz, P.J., Saville, W.J.A., Frazer, G.S., Wittum, T.E. (2001):* Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84, 482-489.
16. *Roseler, D.K., Ferguson, J.D., Sniffen, C.J., Herrema, J. (1993):* Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 76, 525-534.
17. *aStojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N. (2006):* Sadržaj uree u mleku kao pokazatelj optimalnog sadržaja proteina u obroku mlečnih krava. Simpozijum „Mleko i proizvodi od mleka“, Zbornik radova, 27-30. Poljoprivredni fakultet Beograd, Zajednica stočarstva Beograd. Tara.
18. *bStojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N. (2006):* Unapređenje strategije ishrane domaćih životinja u cilju smanjenja emisije azota u životnu sredinu. 4. Međunarodna Eko-Konferencija Zdravstveno bezbedna hrana-Safe food. Tematski Zbornik II, 69-74. Novi Sad, 2006.
19. *Stojanović, B., Adamović, O., Grubić, G. (2004):* Unapređenje strategije ishrane domaćih životinja u cilju smanjenja negativnih uticaja na životnu sredinu. III Međunarodna Eko-Konferencija, Zdravstveno Bezbedna Hrana. Novi Sad, Tematski zbornik, 99-104.
20. *Tamminga, S., Van Straalen W.M., Subnel, A.P.J., Meijer, R.G.M., Steg, A., Wever, C.J.G., Blok, M.C. (1994):* The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB-system. *Livest. Prod. Sci.*, 40,139.
21. *Wattiaux, M.A., Nordheim, E.V., Crump, P. (2005):* Statistical evaluation of factors and interactions affecting dairy herd improvement milk urea nitrogen in commercial midwest dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 88, 3020-3035.
22. *Wattiaux, M.A., Karg, K.L. (2004):* Protein level for alfalfa and corn silage-based diets: I. Lactational response and milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.*, 87, 3480-3491.

MILK UREA NITROGEN (MUN) AS DAIRY CATTLE PROTEIN FEEDING EVALUATION PARAMETER

*B. Stojanović, G. Grubić, N. Dorđević**

Summary

In this paper the possibilities for using MUN as parameter for N efficiency in dairy cows and adequacy of diets formulation regard to content of crude protein fractions and energy supplying are considered. The significance of MUN for overall is also underlined for product and economic and reproductive performances in dairy cows. Significant correlation between blood urea nitrogen (BUN), MUN and urinary N is evident, and the possibility for its application, not only as performance indicator, but also in the possible reduction environment N emissions in dairy farms. It is concluded that MUN can be used successfully for accurate formulation of dairy cows rations.

Key words: dairy cows, nutrition, protein, milk urea nitrogen.

* Bojan Stojanović, M.Sc., Goran Grubić, Prof. Ph.D., Nenad Dorđević, Prof. Ph.D., Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade.