

Vplyv nutričných faktorov na obsah močoviny v mlieku dojníc

Petra Timkovičová Lacková¹

Iveta Maskalová²

Tomáš Mihok³

Zuzana Farkašová⁴

¹Katedra výživy a chovu zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácií Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; petra.timkovicova@uvlf.sk

²Katedra výživy a chovu zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácií Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; iveta.maskalova@uvlf.sk

³Katedra výživy a chovu zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácií Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; tomas.mihok@uvlf.sk

⁴Katedra výživy a chovu zvierat, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácií Košiciach; Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika; zuzana.farkasova@uvlf.sk

Grant: VEGA č. 1/0608/24.

Název grantu: Analýza vplyvu výživy na ekologickú záťaž a efektívnosť produkcie dojníc

Oborové zamčrení: GH - Výživa hospodárskych zvierat

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstrakt Cieľom práce bolo hodnotiť vplyv výživy na obsah močoviny v mlieku dojníc. Analyzovaný obsah živín v krmnej dávke zodpovedal potrebe dojníc pre produkciu mlieka na úrovni $39,4 \pm 1,4$ kg/d, pričom kolísanie zložiek mlieka a obsahu močoviny v mlieku poukazuje na rôzny obsah živín a genetický potenciál zvierat. U dojníc v 1. fáze laktácie bola potvrdená pozitívna regresná závislosť ($R^2 = 0,982$; $P < 0,001$) medzi koncentráciou močoviny v mlieku a obsahom dusíkatých látok v krmnej dávke a negatívna regresná závislosť ($R^2 = 0,229$; $P < 0,05$) medzi koncentráciou močoviny v mlieku a obsahom nevláknitých sacharidov a obsahom škrobu v krmnej dávke dojníc ($R^2 = 0,339$; $P < 0,05$).

Kľúčová slova Výživa, hrubý proteín, energia, močovina v mlieku

1. ÚVOD

Bachorovo degradovateľné bielkoviny z krmnej dávky (KD) po vstupe do bachora sú degradované na amoniak, ktorý predstavuje hlavný zdroj dusíka (N) na syntézu mikrobiálnej bielkoviny v bachore (Karsli a Russel, 2001). Syntéza mikrobiálnej bielkoviny v bachore závisí aj od sacharidov ako zdroja energie pre baktérie (Rodríguez a kol., 2007).

Škrob ako hlavná energetická zložka v obilninách predstavuje primárny zdroj glukogénnej energie pre vysoko produkčné dojnice, slúžiaci ako fermentovateľný substrát pre bachorové mikroorganizmy a syntézu mikrobiálnej bielkoviny. Pri jeho nedostatku v KD obsah amoniaku v bachore stúpa, v pečeni dochádza k jeho transformácii na močovinu s následným vylučovaním von z tela močom, slinami a vzhľadom nato, že ide o malú molekulu rýchlo prestupuje bunkovými membránami a pri sekrécii mlieka prechádza do mliečnej žľazy úmerne s koncentráciou močoviny v krvi (Koenig a kol. 2003; Roy a kol., 2011).

Hodnotenie močoviny v mlieku (Milk urea - MU) predstavuje vhodný nástroj hodnotenia efektívnosti využitia bielkovín z krmnej

dávky u dojníc. Obsah MU je ovplyvnený viacerými faktormi. Medzi nutričné faktory, ktoré majú zásadný vplyv na koncentráciu MU patria dusíkaté látky (NL), bachorovo degradovateľné (BDB) a bachorovo nedegradovateľné bielkoviny (BNB), pomer energia:bielkoviny a obsah škrobu a nevláknitých sacharidov (NVS) v krmnej dávke (Godden a kol., 2001).

Okrem nutričných faktorov, ktoré v najväčšej miere ovplyvňujú obsah MU je tento obsah podľa Arunvipas a kol. (2003) na 13,3 % ovplyvnený nenuutričnými faktormi (plemeno, poradie laktácie, štádium laktácie, sezóna) a podľa Hojman a kol. (2004) na 37 % produkčnými faktormi (produkcia a zložky mlieka). Cieľom práce bolo hodnotiť vplyv výživy na obsah MU dojníc.

2. MATERIÁL A METODIKA

2.1 Rozdelenie stáda dojníc

Práca bola realizovaná na slovenskej farme v období od Januára 2018 do Decembra 2018 u dojníc Holsteinského plemena ($n=180$) v 1. fáze laktácie (laktčné dni 75 ± 26) s hmotnosťou 650 kg.

2.2 Zloženie a analýza TMR

Krmne dávky boli formované z kukuričnej, d'atelinovej a trávnej siláže doplnené o jadrovú zložku, ktorej základom bola kukurica, pšenica, jačmeň, ovos, sójový a repkový extrahovaný šrot. Analýza obsahu živín v žľabových vzorkách zmesných krmných dávok (TMR) bola vykonaná v mesačných intervaloch so stanovením obsahu dusíkatých látok (NL), neutrálne detergentnej vlákniny (NDV) a škrobu konvenčnými metódami (Nariadenie komisie ES č. 152/2009). Dusíkaté látky boli analyzované Kjeldahlovou metódou N x 6,25 pomocou prístroja Kjeltac analyzátor 2300 (Foss Tecator AB, Hoganas, Švédsko). NDV bola stanovená pomocou prístroja Dosi-Fibre Analyzer (JP Selecta, Španielsko) a škrob bol stanovený polarimetrickou metódou. Nevláknité sacharidy (NVS) boli vypočítané rovnicami podľa analyzovaného obsahu živín v krmivách (NRC, 2021).

2.3 Produkčné parametre a užitívia živín

Dojnice boli dojené dva krát denne a analýzou individuálne odobratých vzoriek mlieka raz mesačne bol hodnotený obsah zložiek mlieka a MU v Centrálnom analytickom laboratóriu mlieka (s akreditáciou podľa normy ISO/IEC 17025:2005) v spolupráci s Plemenárskou službou Slovenskej republiky využitím Plemenárskeho informačného systému. Obsah bielkovín, tuku, laktózy a koncentrácia MU boli analyzované metódou infračervenej spektroskopie s Fourierovou transformáciou na prístroji MilkoScan FT+ (Foss Electric, Hillerød, Dánsko) a Bentley FTS (Bentley Instruments Inc., Chaska, USA). Hodnotenie efektívnosti transformácie N (ETN) bola vypočítaná s uplatnením regresnej rovnice (Huhtanen a kol., 2015) podľa analyzovaného obsahu močoviny v mlieku a produkcie mlieka. Emisia amoniaku bola odhadnutá pomocou modelu regresnej rovnice Burgosa a kol. (2010) podľa analyzovaného obsahu močovínového dusíka (MUN).

2.4 Štatistická analýza

Výsledky boli spracované pomocou štatistického programu SPSS Statistical software version 24.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) a vyjadrené ako priemer ($\bar{x}$), smerodajná odchýlka (SD), minimálna a maximálna hodnota. V práci bola použitá jednoduchá lineárna závislosť na hodnotenie vzťahov medzi obsahom živín v TMR a MU u dojnic v 1. fáze laktácie.

3. VÝSLEDKY

3.1 Nutričné zloženie TMR

Analýzovaný obsah živín TMR u dojnic v 1. fáze laktácie je sumarizovaný v tabuľke č. 1. Analýzou nutričného zloženia TMR bol zistený obsah NL na úrovni 16 % v suš., čo predstavuje vhodné množstvo NL pre dojnice v 1. fáze laktácie (NRC, 2021), pričom analyzovaný obsah škrobu na úrovni 25 % v suš. predstavoval nízku koncentráciu pre zabezpečenie vysokej produkcie mlieka v 1. fáze laktácie.

Tabuľka č. 1, Analyzovaný obsah živín TMR dojnic v 1. fáze laktácie (% v suš.)

Nutričné zloženie	$\bar{x}$	SD	Min	Max
NL % v suš.	16,0	0,2	15,4	16,2
NDV % v suš.	34,2	1,1	31,3	35,3
Škrob % v suš.	25,0	0,8	24,0	26,1
NVS % v suš.	38,2	1,0	37,0	40,7
NVS:NL	2,4	0,1	2,3	2,6

NL - dusíkaté látky; NDV - neutrálne detergentná vlákna; NVS - nevláknité sacharidy; TMR - zmesná krmná dávka;

3.2 Hodnotenie produkcie, zložiek mlieka a obsahu močoviny v mlieku dojnic v 1. fáze laktácie

Produkcia, zastúpenie zložiek mlieka a obsah MU u dojnic v 1. fáze laktácie sú v priemerných hodnotách sumarizované v tabuľke č. 2. Priemerná produkcia mlieka bola $39,4 \pm 1,4$ kg/d (rozsah 36,6 – 40,8), čo zodpovedá produkcii dojnic v 1. fáze laktácie. Dojnice v 1. fáze laktácie dosahovali priemerný laktálny deň 75 ± 26 , čomu zodpovedá aj analyzovaný obsah živín v TMR. Kolísanie zložiek mlieka a obsah MU poukazuje na rôzny obsah živín a genetický potenciál zvierat.

Tabuľka č. 2, Produkcia, zložky mlieka a obsah močoviny v mlieku dojnic v 1. fáze laktácie

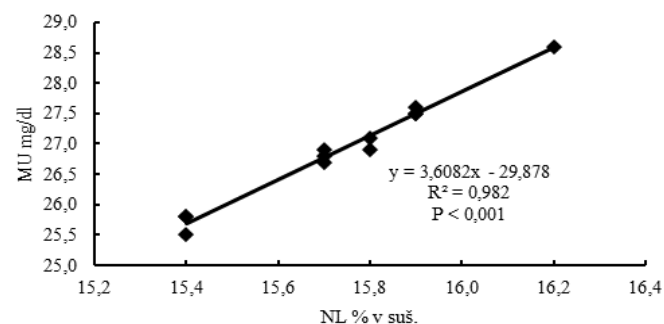
	$\bar{x}$	SD	Min	Max
Pôdaj kg/d	39,4	1,4	36,6	40,8
MU mg/dl	26,9	0,9	25,5	28,6
Tuk %	3,4	0,2	2,9	3,8
Bielkoviny %	3,0	0,1	2,9	3,3
Laktóza %	4,9	0,0	4,8	4,9
ETN %	31,5	1,8	31,1	31,6
Emisia NH ₃ g/d	88,12	30,0	84,86	92,15

MU - močovina v mlieku; d - deň; ETN - efektívnosť transformácie dusíka

3.3 Hodnotenie vzťahov medzi koncentráciou MU a obsahom živín v TMR

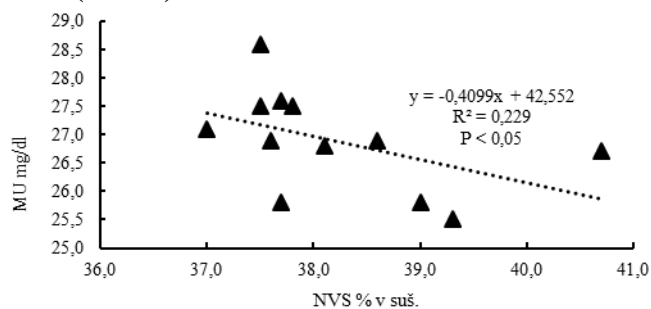
Hodnotením vzťahu medzi koncentráciou MU a obsahom NL (graf č.1) v TMR sme pomocou lineárnej regresnej závislosti potvrdili štatisticky významný ($P < 0,001$) pozitívny vzťah ($R^2 = 0,9825$), kedy so stúpajúcim obsahom NL v TMR stúpala aj koncentrácia močoviny v mlieku.

Graf č. 1, Regresná závislosť medzi MU (mg/dl) a obsahom NL v TMR (% v suš.)



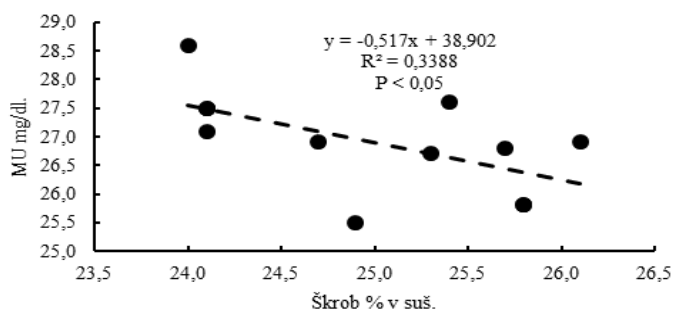
Hodnotením vzťahu medzi koncentráciou MU a obsahom NVS v TMR (graf č. 2) sme pomocou lineárnej regresnej závislosti potvrdili štatisticky významný ($P < 0,05$) negatívny vzťah, kedy so stúpajúcim obsahom NVS ($R^2 = 0,229$) v TMR klesala koncentrácia močoviny v mlieku.

Graf č. 2, Regresná závislosť medzi MU (mg/dl) a obsahom NVS v TMR (% v suš.)



Hodnotením vzťahu medzi koncentráciou MU a obsahom škrobu v TMR (graf č. 3) sme pomocou lineárnej regresnej závislosti potvrdili štatisticky významný ($P < 0,05$) negatívny vzťah, kedy so stúpajúcim obsahom škrobu ($R^2 = 0,339$) v TMR klesala koncentrácia močoviny v mlieku.

Graf č. 3, Regresná závislosť medzi MU (mg/dl) a obsahom škrobu v TMR (% v suš)



4. DISKUSIA

Správna výživa a úprava nutričných disbalancií v krmných dávkach vysoko produkčných dojníc napomáha efektívnemu využitiu bielkovín v krmnej dávke, čo má za následok zníženie strát N do vonkajšieho prostredia.

Medzi nutričné faktory, ktoré v najväčšej miere ovplyvňujú koncentráciu MU patrí obsah NL a energie v TMR. Hodnotením vzťahu medzi obsahom MU a NL sme potvrdili pozitívnu závislosť ($R^2 = 0,982$; $P < 0,001$), kedy so stúpajúcim obsahom NL v TMR stúpa aj obsah MU u dojníc. Koncentrácia MU stúpa pri zvýšenom príjme NL a nedostatočnom príjme sacharidov v TMR alebo nevhodnej skladbe aminokyselín (De Peters a Ferguson, 1992; Jonker a kol., 1998). Naše závery sa zhodujú s výsledkami Godden a kol. (2001) a Nousiainen a kol. (2004), ktorí tento vzťah vysvetľujú ako najdôležitejší nutričný faktor ovplyvňujúci obsah MU. Zvýšené hodnoty močoviny v mlieku môžu byť príznakom neefektívneho využitia bielkovín, čo má za následok jednak ekonomické straty (vysoké náklady na bielkovinové krmivá), environmentálne dôsledky najmä v podobe zvýšeného vylučovania N do životného prostredia (moč, výkaly), čo môže prispievať k eutrofizácii vôd a znečisťovaniu ovzdušia (emisie amoniaku) ale aj dopad na zdravie zvierat (imunita a reprodukcia) (Weiner a kol. 2014).

Naopak, vzťah medzi koncentráciou MU a obsahom NVS a škrobu v TMR bol potvrdený negatívnou regresnou závislosťou ($R^2 = 0,229$; $R^2 = 0,339$), kedy so stúpajúcim obsahom NVS a škrobu v TMR koncentrácia MU klesala ($P < 0,05$; $P < 0,05$). V experimentálnych podmienkach Hojman a kol. (2004) potvrdili vzťah medzi MU a obsahom energie v TMR tiež ako negatívny ($P < 0,01$). Tento vzťah poukazuje na nerovnováhu medzi pomerom energie:bielkovín v KD, kedy pri nedostatočnom príjme bielkovín a prekrmovaní energiou dochádza k nízkej produkcii amoniaku v bachore pre rast mikrobiálnej bielkoviny. Úprava nerovnováhy medzi obsahom bielkovín a energie v krmnej dávke môže podporiť zvýšenú efektívnosť využitia N a zníženie jeho strát s následným negatívnym vplyvom na životné prostredie (VandeHaar a St-Pierre, 2004).

Vysoký príjem dusíka spôsobuje kumuláciu amoniaku v bachore s vyššou produkciou močoviny v pečeni (Reynolds a Kristensen, 2008), čo zvyšuje obsah močoviny v krvi a mlieku a priamo súvisí so zvýšeným vylučovaním močovínového dusíka v moči a znižuje využitie dusíka na mliečnu bielkovinu (Recktenwald a kol., 2014). Tento proces je priamo ovplyvnený obsahom NL a pomerom škrobu k NL v krmnej dávke. Emisia amoniaku závisí od vylučovania dusíka močom. Vylučovaný dusík v moči je vyšší vo forme močovínového dusíka v moči, ktorý sa pri kontakte s ureázou rýchlo mení na amoniak a plyný amoniak (Burgos a kol., 2007), ktorý je potenciálnym zdrojom kontaminácie životného prostredia a vôd.

5. ZÁVER

Výživa dojníc zohráva kľúčovú úlohu v regulácii hladiny močoviny v mlieku, ktorá predstavuje významný bio indikátor dusíkovej rovnováhy v organizme zvierat. Správne vyváženie pomeru medzi bielkovinami a fermentovateľnou energiou v TMR je základným predpokladom efektívneho využitia dusíka v bachore. Analýza obsahu močoviny v mlieku je cenným nástrojom v rukách chovateľa, výživára či veterinára, ktorý umožňuje rýchlo a neinvazívne vyhodnotiť stav dusíkovej bilancie zvierat a optimalizovať výživu dojníc tak, aby bola zabezpečená vysoká produktivita, dobré zdravie zvierat a zároveň minimalizované environmentálne dopady chovu. S rastúcim dôrazom na udržateľnosť a efektívnosť živočišnej výroby je kontrola močoviny v mlieku jedným z dôležitých nástrojov pre moderné a zodpovedné riadenie mliečnych fariem.

Zdroje

1. BISSOQUI, L. Y., FREHSE, M. S., FREIRE, R. L., ONO, M. A., BORDINI, J. G., HIROZAWA, M. T., ONO, E. Y. Exposure assessment of dogs to mycotoxins through consumption of dry feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2016, 96, 12, 4135-4142.
2. ARUNVIPAS, P., DOHOO, I. R., VANLEEUEWEN, J. A., KEEFE, G. P. The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in dairy cows in Prince Edward Island Canada. *Preventive Veterinary Medicine*. 2003, 59, 1-2, 83-93.
3. BURGOS, S.A., EMBERTSON, N.M., ZHAO, Y., MITLOEHNER, F.M., DEPETERS, E. J, FADEL, J.G. Prediction of Ammonia Emission from Dairy Cattle Manure Based on Milk Urea Nitrogen: Relation of Milk Urea Nitrogen to ammonia emissions. *Journal of Dairy Science*. 2010, 93, 12, 2377-2386.
4. BURGOS, S.A., FADEL, J.G, DEPETERS, E. J. Prediction of Ammonia Emission from Dairy Cattle Manure Based on Milk Urea Nitrogen: Relation of Milk Urea Nitrogen to Urine Urea Nitrogen Excretion. *Journal of Dairy Science*. 2007, 90, 12, 5499-5508.
5. DEPETERS, E. J., FERGUSON, J. D. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *Journal of Dairy Science*. 1992, 75, 11, 3192-3209.
6. GODDEN, S. M., KELTON, D. F., LISSEMORE, K. D., WALTON, J. S., LESLIE, K. E., LUMSDEN, J. H. Milk Urea Testing as a Tool to Monitor Reproductive Performance in Ontario Dairy Herds. *Journal of Dairy Science*. 2001, 84, 6, 1397-1406.
7. HOJMAN, D., KROLL, O., ADIN, G., GIPS, M., HANOCHI, B., EZRA, E. Relationship between milk urea and production, nutrition and fertility trails in Israeli dairy herd. *Journal of Dairy Science*. 2004, 87, 4, 1001-1011.
8. HUHTANEN, P., CABEZAS-GARCIA, E.H., KRIZSAN, S.J., SHINGFIELD, K.J. Evaluation of between cow variation in milk urea and rumen ammonia nitrogen concentrations and the association with nitrogen utilization and diet digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 2015, 98, 5, 3182-3196.
9. JONKER, J. S., KOHN, R. A., ERDMAN, R. A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1998, 81, 10, 2681-2692.
10. KARSLI, M. A., RUSSELL, J. R. Effects of Some Dietary Factors on Ruminal Microbial Protein Synthesis. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2001, 25, 5, 681-686.
11. KOENIG, K.M., BEAUCHEMIN, K.A., RODE, L.M. Effect of Grain Processing and Silage on Microbial Protein Synthesis and

- Nutrient Digestibility in Beef Cattle Fed Barley-Based Diets^{1,2}. *Journal of Animal Science*. 2003, 81, 1057–1067.
12. NARIADENIA KOMISIE (ES) č.152/2009 z 27. januára 2009, ktorým sa stanovujú metódy odberu vzoriek a analýzy na účely úradných kontrol krmív.
13. NOUSIAINEN, J., SHINGFIELD, K. J., HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *Journal of Dairy Science*. 2004, 87, 2, 386-398.
14. NRC: Nutrient Requirements of Dairy Cattle: 8th ed. National Academy Press, Washington DC. 2021.
15. RECKTENWALD, E.B., ROSS, D.A., FESSENDEN, S.W., WALL, C.J., VAN AMBURGH, M.E. Urea-N recycling in lactating dairy cows fed diets with 2 different levels of dietary crude protein and starch with or without monensin. *Journal of Dairy Science*. 2014, 97, 3, 1611-1622.
16. REYNOLDS, C.K., KRISTENSEN, N.B. Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis. *Journal of Animal Science*. 2008, 86 (E. Suppl.): E293–E305.
17. RODRÍGUEZ, R., SOSA, A., RODRÍGUEZ, Y. Microbial protein synthesis in rumen and its importance to ruminants. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2007, 41, 4, 287.
18. ROY, B., BRAHMA, S., GHOSH, P. K., PANKAJ, P. K., MANDAL, G. Evaluation of milk urea concentration as useful indicator dairy herd management: A review. *Asian Journal of Animal Veterinary Advances*. 2011, 6, 1, 1-19.
19. VANDEHAAR, M. J., ST-PIERRE, N. Major Advances in Nutrition: Relevance to the sustainability of the dairy industry. *Journal of Dairy Science*. 2006, 89, 4, 1280-1291.
20. WEINER, I. D., MITCH, W. E., SANDS, J. M. Urea and Ammonia Metabolism and the Control of Renal Nitrogen Excretion. *Clinical Journal of the American Society and Nephrology*. 2015, 10, 8, 1444-1458.