

Wiesław PODGÓRSKI, Tadeusz MAJEWSKI

Zawartość mocznika i amoniaku w mleku zbiorczym jako wskaźniki jego świeżości

Content of Urea and Ammonia in Milk for Differents Seasons of the Year

Poszukiwanie prostych testów, pozwalających na obiektywną ocenę świeżości i jakości mleka, jest ciągle aktualne (9, 10). Laboratoryjne testy oceny świeżości i jakości higienicznej tego produktu, wykonane przez Podgórskiego i Majewskiego (9), a polegające na określaniu zmian zawartości mocznika w mleku w czasie jego przechowywania w kontrolowanych warunkach, dały obiecujące wyniki. W mleku przetrzymywanym malała zawartość mocznika wraz z wydłużaniem się czasu przechowywania. Stwierdzenie to pozwalało na przyjęcie tezy, że poziom mocznika może odzwierciedlać zanieczyszczenia mikrobiologiczne mleka. Jednakże powstał problem sprawdzalności tej oceny w stosunku do mleka o zróżnicowanym składzie, to jest stosowania tej oceny do mleka w skupie, które ze względu na swoje pochodzenie cechuje się zróżnicowanym składem. Doniesienia Refsdala (11), Refsdala i wsp. (12) oraz Ropstada i Refsdala (13) sugerowały zmienną zawartość mocznika i amoniaku w mleku w zależności od zawartości białka w paszy pobieranej przez krowy. Sugestie te spowodowały podjęcie badań nad zawartością azotowych składników niebiałkowych w mleku pochodzącym z różnych punktów skupu i różnych pór roku. Prezentowane wyniki stanowią kontynuację tych badań.

MATERIAŁ I METODY

Próby mleka zbiorczego pobierano z 10 punktów skupu Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej w Lublinie. Analizy wykonano na 44 seriach losowo pobieranych prób, w okresie letnim wykonano 22 serie i zimowym również 22 serie analiz. Próby zebrane przy temperaturach środowiska wyższych od 10°C uznano za materiał z okresu letniego, za okres zimowy uznano wyniki uzyskane dla prób zebranych przy temperaturach otoczenia niższych od 10°C. Ilościowe określenie amoniaku wykonano metodą spektrofotometryczną według metody (4) w modyfikacji własnej. Oznaczenia mocznika wykonano według toku analitycznego Beagle i Croft (2) metodą spektrofotometryczną, wykorzystując dwuacetylomonoooksym (DAM) do wytworzenia substancji barwnej z mocznikiem, dlatego metoda ta nazywana jest metodą DAM. Statystyczną interpretację wyników wykonano analizą wariacji wg Oktały (8).

Tab. 1. Zawartość amoniaku i mocznika (mM/l) w mleku zbiorczym lokalnych zlewni mleka, w okresie letnim i zimowym: n — 22, X — średnia, SD — odchylenie standardowe, V — współczynnik zmienności, r — współczynnik korelacji
 Ammonia and urea level (mM/l) in milk collected from definite district collection places. Number of samples taken every week from each milk collection place: in winter and summer seasons, n — 22; x — means; SD — standard deviation; V — coefficient of instability; r — coefficient of correlation

Zlew- nie	Lato							Zima							Razem						
	amoniak			mocznik				amoniak			mocznik				amoniak			mocznik			
	X	SD	V	X	SD	V	r	X	SD	V	X	SD	V	r	X	SD	V	X	SD	V	r
1	0,87	0,48	56,8	4,30	1,22	29,0	-0,75	0,99	0,36	37,2	3,90	0,84	22,2	-0,59	0,93	0,43	46,8	4,10	1,07	46,8	-0,70
2	1,01	0,27	27,7	3,91	0,84	22,0	-0,68	0,90	0,38	43,5	3,74	0,84	23,1	-0,55	0,95	0,34	35,7	3,83	0,85	22,4	-0,56
3	0,98	0,41	42,7	3,44	0,85	25,4	-0,51	1,03	0,36	35,7	3,49	0,57	16,6	-0,45	1,00	0,38	38,8	3,47	0,72	21,2	-0,56
4	1,00	0,37	37,6	3,84	0,61	16,2	-0,68	1,28	0,43	34,9	3,95	0,92	23,9		1,14	0,43	37,7	3,90	0,78	20,3	-0,38
5	1,24	0,45	37,2	4,12	0,83	20,7		1,07	0,28	26,5	3,67	0,54	15,0	-0,51	1,16	0,38	33,6	3,90	0,73	19,0	
6	0,80	0,19	24,2	3,65	0,54	15,0		0,96	0,44	46,7	3,39	1,27	38,4	-0,63	0,88	0,35	40,0	3,52	0,98	28,3	-0,60
7	0,79	0,40	51,5	3,84	0,68	18,2	-0,47	0,74	0,27	37,5	3,65	0,54	15,3		0,76	0,34	45,1	3,74	0,62	16,9	-0,30
8	0,83	0,33	41,3	3,64	1,14	32,0	-0,66	0,86	0,41	48,4	3,09	0,41	13,7		0,85	0,37	44,7	3,36	0,90	27,0	-0,41
9	0,69	0,46	68,2	2,82	1,07	38,7	-0,83	0,69	0,46	68,2	2,82	0,99	35,9	-0,65	0,69	0,46	67,4	2,82	1,03	36,9	-0,82
10	1,07	0,55	53,0	2,48	1,55	63,8	-0,80	0,52	0,19	37,0	5,20	0,84	16,5		0,79	0,50	63,6	3,84	1,84	48,5	-0,82
Σ	0,93	0,43	46,8	3,60	1,11	31,0	-0,50	0,90	0,42	46,6	3,69	1,01	27,5	-0,39	0,91	0,43	47,2	3,64	1,09	29,9	-0,52

WYNIKI I OMÓWIENIE

Ocena jakości higienicznej mleka, oparta na zawartości mocznika, była wykonywana przez Podgórskiego i Majewskiego (9), Carlsona i wsp. (3), Refsdala (12, 13). W tab. 1 zaprezentowano podstawowe cechy statystyczne charakteryzujące zawartość mocznika i amoniaku w mleku w zależności od jego pochodzenia i sezonu zbierania. Istotne korelacje stwierdzono pomiędzy stężeniami mocznika i amoniaku, bez różnicowania mleka na okres jego zbierania i pochodzenie, $r = -0,52$, $p < 0,01$ ($n = 440$). Zależności te wystąpiły również w sezonach badań: dla okresu letniego współczynnik korelacji $r = -0,50$, $p < 0,01$ ($n = 220$), zaś dla okresu zimowego $r = -0,39$, $p < 0,01$ ($n = 220$). Współzależności pomiędzy zawartością mocznika i amoniaku wystąpiły również w mleku pochodzącym z określonych punktów skupu, dla okresu letniego stwierdzono istotne współczynniki korelacji dla 8 punktów skupu, zimowego — 6 i sumarycznie — 9 punktów skupu (tab. 1). Wszystkie istotne wartości współczynników korelacji charakteryzowały wartości ujemne, co znaczy, że próby o wyższych stężeniach mocznika cechowały się niższą zawartością amoniaku i odwrotnie. Stwierdzenia te pozostają w zgodności z wynikami uzyskanymi przez Carlssona i Pehrsona (3, 12), którzy również wykazali istnienie ujemnej korelacji pomiędzy zawartością mocznika i amoniaku w mleku, i pozostają w zgodności z przyjętymi mechanizmami tłumaczącymi powstawanie amoniaku z mocznika. Amoniak powstaje między innymi z rozkładu mocznika wskutek działania ureaz bakteryjnych, których aktywność zależy od stopnia kolonizacji mleka przez bakterie wytwarzające ten enzym. Przedstawione wyniki sugerują, że ilość amoniaku jest skorelowana z ilością mocznika, jednak zależność ta niekoniecznie musi pozostawać w prostych zależnościach z przemianami substancji azotowych. Nie zawsze ilość amoniaku jest odwrotnie proporcjonalna do zawartości mocznika, czasami zależność ta jest wprost proporcjonalna (10).

Mocznik i amoniak są metabolitami przemian azotowych organizmu, ich zawartość w mleku może w znacznej mierze być uwarunkowana tymi przemianami. Według Refsdala (12) stężenie mocznika w mleku związane jest z jego poziomem we krwi. Carlsson i Pehrson (3) oraz Ropstad i Refsdal (14) sugerują, że zawartość mocznika jako metabolitu przemian azotowych determinowana jest ilością azotu pobieranego z paszy. Teza ta znajduje potwierdzenie w wynikach uzyskanych przez Kaufmanna (6) oraz Burstedta i Magnussona (1), którzy wykazali dodatnią korelację pomiędzy stężeniami mocznika w mleku i zawartością białka w runi pastwiskowej. Wielu autorów (3, 8, 11) wykazało, iż zawartość mocznika jest uwarunkowana nie tylko czynnikami żywieniowymi, ale również czystością mikrobiologiczną mleka. Istotne zróżnicowanie stężeń mocznika i amoniaku pomiędzy niektórymi punktami skupu, zarówno w sezonie letnim, jak i zimowym przeprowadzonych badań (tab. 2), oraz duża zmienność wyników dla punktów skupu świadczyłyby o tym, że stwierdzone efekty bardziej charakteryzują jakość higieniczną mleka niż są efektem wpływów żywieniowych. Tezę tę zdają się potwierdzać bardzo istotne różnice zawartości amoniaku i mocznika w zależności od sezonu badań, przedstawione w tab. 3.

Porównanie wyników z poszczególnych punktów skupu wprawdzie nie pozwala na jednoznaczne stwierdzenie, jakie czynniki determinują zawartość badanych składników w mleku, gdyż mechanizmy ich kształtowania są wieloczynnikowe. Jednakże wyniki własne wykazują, iż jakość higieniczna wpływa na zawartość niskocząsteczkowych skła-

Tab. 2. Istotność różnic w zawartości amoniaku i mocznika pomiędzy próbkami reprezentującymi określone zlewnie w sezonach, $I \leq 0,05$

Significance of differences in the content of ammonia and urea among sample collection places in seasons, differences statistically significant $I \leq 0.01$

Zlewnie	Amoniak										Mocznik									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1				I			I		I	I								I	I	I
2			I	I	I	Z	I	M	A	I				Z	I	M	A	I	I	I
3				I			I		I	I		I			I			I	I	I
4						I	I	I	I	I			I					I	I	I
5	I		I	I		I	I		I	I			I					I	I	I
6		I		I	I				I	I	I				I				I	I
7		I			I					I								I	I	I
8	L	A	T	O	I					I	L	A	T	O						I
9		I	I	I	I						I	I	I	I	I	I	I	I		I
10						I	I		I		I	I	I	I	I	I	I	I		I

Tab. 3. Istotność różnic w zawartości amoniaku i mocznika pomiędzy próbkami mleka w zlewniach w sezonie letnim i zimowym, $I \leq 0,05$

Significance of differences in the content of ammonia and urea among sample collection places in seasons, among summer and winter, differences statistically significant $I \leq 0.01$

Zlewnie	Amoniak										Mocznik									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1			I			I		I	I	I										
2								I	I											
3																				
4			I					I	I	I										
5								I	I											
6											I	I	I	I			I	I	I	I
7								I	I	I	I	I	I	I			I	I	I	I
8								I	I	I	I	I	I	I			I	I	I	I
9											I	I	I	I			I	I	I	I
10											I	I	I	I			I	I	I	I

dników azotowych w mleku. Stwierdzono bowiem niższą zawartość amoniaku w próbach mleka z okresu zimowego w stosunku do prób z okresu letniego, różnice te wyraziły się statystyczną istotnością. Zawartość mocznika w mleku była w małym stopniu zróżnicowana w sezonach badań. Natomiast między sezonami, pomimo małego zróżnicowania średnich wartości mocznika, wykazano istotne różnice.

Na podstawie uzyskanych wyników i cytowanego piśmiennictwa można domniemywać, że zawartość amoniaku i mocznika w mleku może być pomocna w ocenie jego jakości higienicznej. Jednak zawartość tych składników w mleku nie może być uważana za bezwzględne wskaźniki czystości, gdyż zmienny jest poziom tych substancji w mleku świeżo pozyskanym, szczególnie mocznika. Ilość ich w mleku świeżym może zależeć od zasobów białkowych organizmu.

WNIOSKI

1. W przetrzymywanym mleku zbiorczym stwierdza się odwrotne skorelowanie stężenia amoniaku z mocznikiem.
2. Duża zmienność stężeń mocznika i amoniaku w mleku świadczy o tym, iż wskaźniki te charakteryzują stan jakościowy mleka.

PIŚMIENNICTWO

1. Burstedt E., Magnuson G.: Betesbok for Notkreatur. Ed. Carlsson, A. LT's iforlag Stockholm (Sweden) 1991.
2. Beagle R. N., Croft D. J.: A Sensitive Method for the Colorimetric Determination of Urea J. Clin. Path., 14, 418-424, 1961.
3. Carlsson J., Pehrson B.: The Relationships Between Seasonal Variations in the Concentration of Urea in Bulk Milk and the Production and Fertility of Dairy Herds. J. Vet. Med., A 40, 205-212, 1993.
4. Fawcett J. K., Scott J. E.: A Rapid and Precise Method for the Determination of Urea. J. Clin. Path., 13, 156, 1960.
5. Gustafsson A. H. M., Oltner R., Wiktorsson H.: Milk Urea Level, Its Variation and How It Is Affected by Herd Milk Yield, Stage of Lactation Season and Feeding. Swedish Univ. Agric. Sciences. Dep. Animal. Nutr. and Report 165, Uppsala (Sweden), 1-31, 1987.
6. Kaufmann W.: Variation in der Zusammensetzung des Rohstoffes Milch unter besonderer Berücksichtigung des Harnstoffgehalts. Milchwiss, 37, 6-9, 1982.
7. Oktaba W.: Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalna. PWN, Warszawa 1966.
8. Pehrson B., Plym Forshell K., Carlsson J.: The Effect of Additional Feeding on the Fertility of High — Yielding Dairy Cows. J. Vet. Med., A 39, 187-192, 1992.
9. Podgórski W., Majewski T.: Mocznik jako wskaźnik świeżości mleka.: Materiały VII Kongresu PTNW, Lublin 1983.
10. Podgórski W., Majewski T.: Mocznik i amoniak w mleku jako wskaźniki jakości, Higienizacja Wsi, Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Lublin 121-126, 1995.
11. Polska Norma. Mleko surowe do skupu. PN-81/A-86002.
12. Refsdal A. O.: Urea in Bulk Milk as Compared to the Herd Mean of Urea in Blood. Acta Vet. Scand., 24, 18-520, 1983.
13. Refsdal A. O., Baevre L. i Bruflot: Urea Concentration in Bulk Milk as an Indicator of the Protein Supply at the Herd Level. Acta Vet. Scand., 26, 153-163, 1985.
14. Ropstad E. i Refsdal A. O.: Herd Reproductive Performance Related to Urea Concentration in Bulk Milk. Acta Vet. Scand., 28, 55-63, 1987.

SUMMARY

The aim of the study was to evaluate ammonia and urea content in milk as a test for quality milk assessment. Determinations of ammonia and urea in milk were made spectrophotometrically. Bulk milk samples were collected from 10 milk collection places within one year's time. In summer collections the amount of ammonia in samples was higher than in winter ones. Differences were statistically significant ($P < 0.01$).