

ZYGMUNT DEMBIŃSKI, WINCENTY WIĘCKOWSKI,
BOGNA JADZYN*, STANISŁAWA MRÓZ-DEMBIŃSKA*

Wpływ dodatku bentonitu produkcji krajowej na kwasowość miareczkową i skład chemiczny mleka krów

Zakład Ekologii Produkcji Zwierzęcej Instytutu Weterynarii, ul. Grunwaldzka 250, 60-956 Poznań
* Zakład Higieny Weterynaryjnej, ul. Grunwaldzka 250, 60-956 Poznań

Zagadnieniem wciąż aktualnym w wielkotorowym chowie bydła jest zapewnienie stabilności przemian zważowych u krów mlecznych i wynikających z tego efektów zdrowotnych i produkcyjnych. Stabilność tych przemian wywiera również korzystny wpływ na skład i cechy jakościowe mleka (2—4, 13—16, 21, 27—28, 38, 44—45). Wykładnikiem odzwierciedlającym ten wpływ jest między innymi kwasowość miareczkowa mleka (2—3, 17—19, 26, 28). O wartości tego parametru decyduje skład chemiczny mleka — głównie fosforany i białka oraz dwutlenek węgla i kwasy organiczne (17—19, 31, 36, 46, 48). Skład mleka jest wypadkową cech osobniczych (17—19), żywienia (2—3, 5, 13, 29—30, 42), zdrowotności wymienia (1, 8, 20, 25, 33), stanu fizjologicznego (2—3) oraz czynnościowego zważca (2—3, 7, 13—14, 16, 27). Przypadki zmian kwasowości mleka są często sygnalizowane w piśmiennictwie, zwłaszcza krajowym (1—3, 13—14, 17—19, 27—30, 34, 41, 43—45, 47, 48). Wielu autorów (2—3, 27—28, 40, 42, 44—45) zwraca uwagę na te zmiany w okresie wczesnej laktacji, wiążąc je z zaburzeniami metabolicznymi występującymi u krów w okresie wysokiej ciąży i wczesnej laktacji oraz wynikającymi z nich niedoborami składników mineralnych (4—5, 9, 14, 22, 32), karotenów i witamin (6—7, 10—11). W piśmiennictwie (14, 34) spotyka się też doniesienia o nie tak jednoznacznym powiązaniu kwasowości miareczkowej mleka z RKZ krwi. Dotychczasowe wyniki badań nad możliwością wykorzystania bentonitu aktywowanego produkcji krajowej w żywieniu przeżuwaczy wykazały korzystny jego wpływ na równowagę kwasowo-zasadową (RKZ) (7), poziom karotenów, witaminy A i tokoferoli oraz ciał ketonowych w surowicy krwi krów w okresie okołoporodowym (6).

Celem pracy było stwierdzenie czy bentonit aktywowany produkcji krajowej podawany krowom w okresie okołoporodowym wywiera korzystny wpływ na kwasowość miareczkową i skład chemiczny mleka we wczesnym okresie laktacji.

Materiał i metody

Obserwacją objęto 3 stada krów mlecznych (A, B, C) liczące po około 200 sztuk, w okresie żywienia zimowego (styczeń — kwiecień). W każdym z nich wybrano losowo 25 wysokocielnych krów, klinicznie zdrowych, będących w trzecim trymestrze ciąży. W oborze A doświadczenie rozpoczęto w 193 ± 7 dniu, w

oborze B w 198 ± 7 dniu, w oborze C w 205 ± 8 dniu ciąży. Grupy doświadczalne liczyły po 15, a kontrolne po 10 krów. Krowy z grup doświadczalnych otrzymywały bentonit aktywowany produkcji krajowej w ilości 2% suchej masy dawki dziennej, tj. około 200—240 g dziennie/sztukę w okresie przedporodowym i czterech do sześciu tygodni po porodzie. Żywienie w badanych stadach omówiono we wcześniejszej pracy (6).

Krew i mleko do badań biochemicznych pobierano trzykrotnie — w 10, 20 i 30 dniu laktacji. Pobieranie mleka do badań poprzedzone było badaniem klinicznym wymienia. W surowicy krwi krów oznaczano zawartość: glukozy, ciał ketonowych, mocznika, karotenów, witaminy A, tokoferoli, wapnia, fosforu nieorganicznego, magnezu i kwasu mlekowego. Określano również równowagę kwasowo-zasadową krwi posługując się metodami podanymi we wcześniejszych pracach (7). W próbach mleka oznaczano: kwasowość miareczkową w stopniach Soxhleta-Henkla (37), zawartość ciał ketonowych, karotenów i witaminy A posługując się metodami stosowanymi do oznaczania tych wskaźników w surowicy krwi, wapń, magnez i fosfor nieorganiczny po wstępnej mineralizacji znanymi metodami foto- i spektrofotometrycznymi. Analizę statystyczną wykonano przy pomocy testu t-Studenta ($p < 0,05$) podając wartości średnie (\bar{x}), odchylenie standardowe ($s \pm$) oraz różnice statystycznie istotne (a, b) między grupami.

Wyniki i omówienie

W surowicy krwi krów otrzymujących bentonit aktywowany w okresie okołoporodowym obserwowano statystycznie istotne różnice ($p < 0,05$) w poziomach karotenów, tokoferoli i ciał ketonowych w porównaniu z poziomem tych związków w surowicy krwi krów z grup kontrolnych (6). Zawartość glukozy, mocznika, wapnia, magnezu i fosforu nieorganicznego w surowicy krów z tych grup była wyższa w porównaniu do zawartości tych związków w surowicy krwi krów z grup kontrolnych (6). Wartości te w surowicy krów z grup doświadczalnych mieściły się w górnym przedziale wartości referencyjnych, a w surowicy krwi krów z grup kontrolnych w dolnym przedziale tych wartości (39). Występujące różnice w wartościach średnich omawianych parametrów między grupami okazały się statystycznie nieistotne. Krowy z grup doświadczalnych znajdowały się w stanie równowagi kwasowo-zasadowej, charakterystycznej dla prawidłowo przebiegających procesów biochemicznych w zważcu (7). U krów z grup kontrolnych obserwowano w tym czasie kwasotę metaboliczną (7). Szczegółowego omówienia prezentowanych parametrów dokonano we wcześniejszych pracach (6—7).

Tab. 1. Średnie wartości badanych parametrów w mleku krów ($\bar{x} \pm s$)

Badane parametry	stado	Grupa					
		doświadczalna n=15			kontrolna n=10		
		okres laktacji (dni)					
		10		20		30	
Kwasowość miareczkowa °SH	A	6,56 ± 0,32	6,40 ± 0,33	6,39 ± 0,39	7,78 ± 0,33 a	8,32 ± 0,30 a	8,53 ± 0,35 a
	B	6,76 ± 0,41	6,61 ± 0,30	6,69 ± 0,29	8,26 ± 0,20 a	8,62 ± 0,26 a	8,80 ± 0,42 a
	C	6,85 ± 0,35	6,59 ± 0,31	6,53 ± 0,36	8,19 ± 0,30 a	8,59 ± 0,29 a	8,68 ± 0,46 a
Ciała ketonowe mmol/l	A	0,32 ± 0,02	0,31 ± 0,02	0,33 ± 0,02	0,68 ± 0,05 a	0,72 ± 0,07 a	0,76 ± 0,08 a
	B	0,33 ± 0,02	0,32 ± 0,01	0,32 ± 0,02	0,67 ± 0,07 a	0,85 ± 0,09 a ^b	0,89 ± 0,10 a
	C	0,32 ± 0,03	0,32 ± 0,03	0,32 ± 0,01	0,74 ± 0,10 a	0,77 ± 0,10 a	0,79 ± 0,09 a
Wapni mmol/l	A	31,51 ± 2,72 a	31,39 ± 2,94 a	31,99 ± 2,72	28,64 ± 3,20	28,62 ± 3,22	28,67 ± 3,24
	B	30,54 ± 3,02 a	30,98 ± 3,44 a	30,84 ± 3,24	28,39 ± 3,22	28,59 ± 3,32	29,59 ± 3,44
	C	31,91 ± 2,74 a	31,41 ± 2,92 a	31,86 ± 2,74	28,99 ± 2,99	28,19 ± 3,24	27,84 ± 3,19
Fosfor nieorganiczny mmol/l	A	31,17 ± 3,39 a	31,62 ± 3,60 a	31,49 ± 2,78 a	27,62 ± 3,20	27,91 ± 3,18	27,39 ± 3,26
	B	29,01 ± 2,84 a	29,65 ± 3,23 a	28,72 ± 2,65 a	26,15 ± 2,96	25,90 ± 3,01	25,84 ± 3,49
	C	29,81 ± 3,10 a	30,36 ± 3,10 a	29,88 ± 2,91 a	26,52 ± 3,23	25,84 ± 2,99	26,20 ± 3,21
Magnez mmol/l	A	5,31 ± 0,39 a	5,30 ± 0,40	5,17 ± 0,41 a	4,31 ± 0,44	4,34 ± 0,49	4,44 ± 0,47
	B	5,27 ± 0,46 a	5,25 ± 0,37 a	5,18 ± 0,49 a	4,38 ± 0,46	4,40 ± 0,47	4,45 ± 0,51
	C	5,20 ± 0,51 a	5,16 ± 0,41 a	5,12 ± 0,46 a	4,34 ± 0,49	4,16 ± 0,44	4,40 ± 0,45
Karoteny μmol/l	A	0,49 ± 0,04 a	0,52 ± 0,06 a	0,50 ± 0,06 a	0,36 ± 0,04	0,33 ± 0,04	0,32 ± 0,04
	B	0,55 ± 0,04 a	0,54 ± 0,05 a	0,55 ± 0,06 a	0,37 ± 0,05	0,35 ± 0,04	0,35 ± 0,05
	C	0,48 ± 0,04 a	0,51 ± 0,04 a	0,49 ± 0,05 a	0,37 ± 0,05	0,34 ± 0,04	0,34 ± 0,04
Witamina A μmol/l	A	1,04 ± 0,11 a	1,04 ± 0,13 a	1,11 ± 0,15 a	0,79 ± 0,11	0,71 ± 0,10	0,72 ± 0,10
	B	1,04 ± 0,10 a	1,08 ± 0,11 a	1,02 ± 0,10 a	0,73 ± 0,10	0,75 ± 0,09	0,76 ± 0,09
	C	1,00 ± 0,13 a	1,01 ± 0,14 a	1,05 ± 0,11 a	0,75 ± 0,10	0,75 ± 0,07	0,75 ± 0,09

Objaśnienia: a — różnica statystycznie istotna między grupą doświadczalną a kontrolną $p < 0,01$, b — różnica statystycznie istotna między pobraniami.

Przedstawiony obraz biochemiczny i stan RKZ krwi krów w tym doświadczeniu znalazł odzwierciedlenie w kwasowości miareczkowej i składzie chemicznym mleka (tab. 1). Kwasowość miareczkowa mleka krów otrzymujących bentonit aktywowany mieściła się w przedziale wartości określanych przez Polską Normę (PN) jako poprawne (37). Wg Boretius (2—3) mleko wykazuje największą kwasowość miareczkową w pierwszych dwóch, a nawet czterech (18) tygodniach laktacji. W badaniach własnych nie obserwowano tego zjawiska u krów z grup doświadczalnych. Wystąpiło ono w mleku krów z grup kontrolnych — nie otrzymujących bentonitu aktywowanego w okresie okołoporodowym i utrzymywało się przez pierwsze cztery tygodnie laktacji. Występujące różnice w wartościach średnich tego parametru między mlekiem krów z grup doświadczalnych i kontrolnych były statystycznie istotne ($p < 0,01$). Wysoką kwasowość mleka krów w grupach kontrolnych można wiązać ze stanem RKZ we krwi tych krów (7, 44—45). Badania (13—14, 27, 40, 44—45) wykazały, że zaburzenia przemiany materii krów charakteryzujące się przesunięciem RKZ we krwi w kierunku alkalozy obniżają (13, 40, 44—45), a w kierunku kwasicy metabolicznej zwiększają (18, 44—45) kwasowość miareczkową mleka. Jurczak i wsp. (17—19) zmiany kwasowości miareczkowej mleka wiążą ze zmianami ilościowymi w jego składzie chemicznym. Badania autorów radzieckich (5, 8, 22, 32) wykazały, że niedobór składników mineralnych, a zwłaszcza wapnia i fosforu jest odpowiedzialny za zaburzenia w kwasowości miareczkowej. Podobne zależności obserwowali autorzy niemieccy (2—3, 14, 26, 42). W badaniach własnych poziom wapnia, magnezu i fosforu nieorganicznego w

mleku krów otrzymujących bentonit aktywowany w okresie okołoporodowym był statystycznie istotnie ($p < 0,01$) wyższy w porównaniu z poziomem tych pierwiastków w mleku krów z grup kontrolnych. Średnie poziomy tych pierwiastków oraz wzajemne ich zależności w mleku krów z grup doświadczalnych nie odbiegały od wartości określanych jako poprawne (9, 34). Wartości te w mleku krów z grup kontrolnych były niższe. Mleko krów z grup doświadczalnych zawierało śladowe ilości ciał ketonowych określane przez niektórych autorów (13, 16) jako poziom normalny. W mleku krów z grup kontrolnych w tym czasie poziom tych związków był znacznie wyższy i wskazywał na subkliniczną ketonemię (13, 16). Różnice w wartościach średnich tych związków w mleku krów między grupami doświadczalnymi a kontrolnymi były statystycznie istotne ($p < 0,001$). Występujące różnice w poziomach związków mineralnych i ciał ketonowych w mleku krów z grup kontrolnych można wiązać z zaburzeniami przemian żwaczowych i RKZ krwi (7, 44—45). Podobne zróżnicowanie, jakie obserwowano w poziomach składników mineralnych i ciał ketonowych w mleku krów między grupami, wystąpiło również w poziomie karotenów i witaminy A. Zawartość tych związków w mleku krów jest wykładnikiem zasobności stosowanych w żywieniu bydła pasz w karotenoidy (10—12, 20, 23—24, 35), stabilności przemian żwaczowych i wynikającego z nich stanu RKZ krwi (7). Zawartość karotenoidów w dawce dziennej była równa w obu grupach — doświadczalnej i kontrolnej i wynosiła w oborze A — 586 ± 38 , B — 550 ± 32 i C 610 ± 49 mg/sztukę/dzień. Zachowanie się tych związków w surowicy krwi w okresie stosowania bentonitu przedstawiono w innej pra-

cy (6). Zawartość tych związków w dawce dziennej zabezpieczała potrzeby matki i rozwijającego się płodu (12), a potwierdzeniem tego była zawartość karotenów i witaminy A w mleku krów z grupy doświadczalnej (tab. 1). Średnie poziomy tych związków w mleku krów z tej grupy mieściły się w górnym przedziale wartości uznawanych za prawidłowe (10, 20). Podobne wartości obserwowali autorzy (10—11, 33) w okresie żywienia letniego. Zawartość karotenów i witaminy A w mleku krów z grup kontrolnych była statystycznie istotna ($p < 0,01$), niższa w porównaniu z poziomem tych związków w mleku krów otrzymujących bentonit aktywowany. Średnie wartości karotenów i witaminy A w mleku krów z tej grupy były jednak wyższe od poziomów jakie stwierdzali jedni autorzy (10, 23—24) i zbliżone do wartości tych związków, jakie obserwowali inni autorzy (11, 20) w analogicznym okresie żywienia. Wydaje się, że poziom karotenów i witaminy A w mleku krów z grup kontrolnych jest odzwierciedleniem stanu RKZ krwi.

Przedstawione wyniki badań potwierdzają korzystny wpływ dodatku bentonitu aktywowanego dla krów w okresie okołoporodowym na kwasowość miareczkową, zawartość ciał ketonowych, karotenów, witaminy A, wapnia, magnezu i fosforu nieorganicznego w mleku w pierwszym miesiącu laktacji. Wskazują również na wzajemne zależności zachodzące między stanem metabolicznym krów a wartościami badanych parametrów w ich mleku. Pozwalają też na pełniejsze zrozumienie przyczyn zmian kwasowości miareczkowej. Skłaniają do zwrócenia większej uwagi na stan metaboliczny krów w powstawaniu tych zaburzeń.

Wnioski

1. Dodatek bentonitu aktywowanego produkcji krajowej do dawki pokarmowej dla krów ciężarnych w okresie okołoporodowym wpływa korzystnie na kwasowość miareczkową, zawartość składników mineralnych i witaminy A w mleku.

2. Istnieje zależność między stanem równowagi kwasowo-zasadowej krwi krów w okresie okołoporodowym osiągniętym przez stosowanie bentonitu a kwasowością miareczkową i zasobnością mleka w składniki mineralne, karoteny i witaminę A.

Piśmiennictwo

1. Bonczar G.: *Medycyna Wet.* 37, 99, 1981.
2. Boretius J.: *Tierzucht* 31, 474, 1977.
3. Boretius J.: *Mh. Vet-Med.* 33, 414, 1978.
4. Cakata S., Albrycht A., Bieniek K.: *Dt. tierärztl. Wschr.* 86, 482, 1979.
5. Dawidow R., Białowska W.: *Moloč. Prom.* 7, 27, 1952.
6. Dembiński Z., Więckowski W., Kulńska A.: *Medycyna Wet.* 41, 220, 1985.
7. Dembiński Z., Kosicki B., Mróz-Dembińska S., Szczęśniak E., Więckowski W.: *Medycyna Wet.* 41, 311, 1985.
8. Dilanpan Z. Ch.: *Moloč. Dielo* 8, 38, 1967.
9. Dressler D.: *Mineralische Elemente in der Tierernährung*, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1971.
10. El Sayed El Ayoty: *Praca doktorska*, ART Olsztyn 1980.
11. Grieb G.: *Arch. Tierzucht* 9, 189, 1966.
12. Goltjarkin F. Je.: *Zivotnovodstvo*, Mosk. 41, 47, 1979.

13. Grodzki K., Kleczkowski M., Sikora J., Karpiński J., Stypula J.: *Medycyna Wet.* 37, 719, 1981.
14. Hylusz Z., Mazur O., Rauluszkiewicz S.: *Mat. VII Kongresu PTNW Lublin* 1, 300, 1983.
15. Hibbit K. G.: *Vet. Rec.* 105, 1315, 1979.
16. Joszi B., Tomicki Z.: *Medycyna Wet.* 34, 426, 1978.
17. Jurczak M. E., Stemplewska E., Kasperowicz A.: *Prz. mlecz.* 29, 11, 1980.
18. Jurczak M. E., Stemplewska E.: *Post. Nauk rol.* 27, 49, 1980.
19. Jurczak M. E., Kasperowicz A., Stemplewska E.: *Post. Nauk rol.* 28, 83, 1981.
20. Kiszka J.: *Milchwissenschaft* 21, 547, 1966.
21. Kolb G., Grün E., Müller I., Schumacher U., Seidel H.: *Mh. Vet-Med.* 28, 582, 1973.
22. Kosobriuchow A., Kabysz A., Bujewicz E.: *Moloč. Prom.* 11, 39, 1952.
23. Kozłowski S.: *Medycyna Wet.* 34, 437, 1978.
24. Krzyżewski J.: *Biul. Inst. Gen. Hod. Zw. PAN* 22, 51, 1970.
25. Lane H. L., Richter R. L., Randolph H. E.: *J. Dairy Sci.* 10, 1389, 1970.
26. Lachmann G.: *Mh. Ved-Med.* 31, 46, 1979.
27. Lebeda M., Kučeva A., Bouda J.: *Vet. Med. Praga* 15, 621, 1970.
28. Lebeda M., Přikrylova J.: *Mh. Vet-Med.* 33, 944, 1978.
29. Leonhard I.: *Rocz. Nauk rol.* 76, 569, 1960.
30. Leonhard-Kluz I.: *Rocz. Nauk rol.* 92, 529, 1970.
31. Lück H., Kriel J. B., Mostert J. E.: *S. Afr. J. Dairy Technol.* 3, 129, 1973.
32. Lomunow A., Saprygin G.: *Moloč. Prom.* 7, 12, 1957.
33. Monkiewicz J., Galant K.: *Medycyna Wet.* 30, 608, 1974.
34. Palich P., Grajewski H., Kruk A.: *Prz. mlecz.* 33, 8, 1984.
35. Pajtas M., Skultetyova N.: *Ved. Pr. Vysk. Ust. Zivotcis. Vyr. Nitra* 14, 83, 1976.
36. Parkash S., Rai Puri B.: *Indian J. Dairy Sci* 13, 97, 1960.
37. Polska Norma: PN-88/A-80122, Mleko — metody badań.
38. Rutkowiak B.: *Medycyna Wet.* 35, 144, 1979.
39. Rutkowiak B., Wolańczyk-Rutkowiak K., Tyzenhauz-Malinowska K., Pszczółkowska E., Brühl J., Krawczak E., Dubicka A.: *Medycyna Wet.* 35, 327, 1979.
40. Samborski Z.: *Medycyna Wet.* 41, 149, 1985.
41. Sietkiewicz E.: *Prz. mlecz.* 32, 16, 1983.
42. Schütz J., Etmardl A., Richter A., Beck K.: *Arch. exp. VetMed* 39, 157, 1984.
43. Sebel F., Klüčnik V.: *Prumysl. Potravin* 4, 208, 1977.
44. Thieme D., Dettmer R., Schmeichel A.: *Mh. Vet-Med.* 38, 13, 1983.
45. Thieme D., Grunwald A., Kron A., Sander W., Smeichel A.: *Mh. Vet-Med.* 38, 16, 1983.
46. Van der Have A. J., Rinske Deen J., Mulder H.: *Neth. Milk and Dairy J.* 33, 164, 1979.
47. Wodział K., Poradzisz Z.: *Prz. mlecz.* 36, 22, 1985.
48. Zmarzliński S.: *Prz. mlecz.* 29, 7, 1980.

Adres autora: dr Zygmunt Dembiński, Os. Lecha 80/8, 61-286 Poznań

Демби́нский З., Венцковский В., Яджин Б., Мруз-Демби́нская С. — Влияние добавки бентонита отечественного производства на титрованную кислотность и химический состав коровьего молока

Цель работы состояла в констатировке, оказывает ли активированный бентонит отечественного производства, вводимый коровам в околородовой период, полезное влияние на титрованную кислотность и химический состав молока в ранний период лактации. Коровы из подопытных групп получали активированный бентонит в количестве 2% сухой массы рациона в период ок. 8 недель до и через 4—6 недель после родов.

Показали, что добавка бентонита отечественного производства к кормовому рациону для беременных коров в околородовой период полезно влияет на титрованную кислотность, содержание кетонных тел, каротинов и витамина А, а также кальция, магния и неорганического фосфора. Отмечено также, что существует зависимость между метаболическим состоянием коров в околородовой период и титрованной кислотностью а обилием в молоке минеральных веществ, каротинов и витамина А.

Dembiński Z., Więckowski W., Jadżyn B., Mróz-Dembińska S. — The influence of the addition of bentonit of Polish production on measured acidity and chemical composition of milk

The aim of the studies was to establish if an activated bentonit of Polish production applied for cows in periparturient period affects positively measured acidity and chemical composition of milk from an early period of lactation. Food of cows from the experi-

mental group was enriched with 2% of bentonit per dry mass for 8 weeks before and 4—6 weeks after parturition. It was found that bentonit used in cows in a periparturient period influenced positively a measured acidity of milk, the content of ketone bo-

dies, karotens, vitamin A, Ca, Mg and inorganic P. It also was found a relationship between a metabolic state of cows in a periparturient period and a measured milk acidity and the content of minerals, karotens and vitamin A in milk.

FIZJOLOGIA I PATOFIZJOLOGIA

ADAM STEC

Znaczenie i przemiana magnezu u przeżuwaczy

Klinika Chorób Wewnętrznych Instytutu Nauk Klinicznych Wydziału Weterynaryjnego AR,
Al. PKWN 30, 20-934 Lublin

Magnez jest pierwiastkiem (kationem) niezbędnym do normalnego wzrostu i funkcjonowania organizmów żywych. Pod względem ilościowym w organizmie zajmuje on czwarte miejsce po wapniu, sodzie i potasie, zaś jako kation wewnątrzkomórkowy drugie po potasie. Odnośnie do trwałości wiązań chelatowych metali dwuwartościowych, na których w dużej mierze opiera się działanie chemiczne magnezu, zajmuje miejsce między wapniem a strontem (1, 7, 18, 35).

Zawartość magnezu w organizmach przeżuwaczy ocenia się na 0,03 — 0,05% ogólnej masy ciała, co u krowy mlecznej o masie 500—600 kg wynosi około 170—250 gramów (27, 33, 44).

W układzie kostnym zawarte jest około 60—70% ogólnej ilości magnezu bydła, gdzie rozmieszczony jest na zewnątrz i wewnątrz kryształów kostnych. Magnez znajdujący się na zewnątrz struktury krystalicznej kości (pod postacią magnezu wolnego i związanego z grupą wodorotlenową) ulega procesom wymiany, natomiast znajdujący się wewnątrz kryształów kostnych jest stabilny i praktycznie nie podlega wymianie. W stanach zwiększonego zapotrzebowania na magnez lub znacznego ograniczenia jego podaży może być mobilizowane do 30% (u zwierząt młodych nawet do 60%) magnezu znajdującego się w kościach. Ilość magnezu zdeponowanego w układzie kostnym ulega obniżeniu wraz z wiekiem, szczególnie u zwierząt otrzymujących zmniejszoną jego ilość w paszy (9, 12, 33, 34, 41, 44, 48, 52).

W tkankach miękkich zawarte jest około 36,4% magnezu ogólnoustrojowego, z czego 28,2% znajduje się w mięśniach szkieletowych, 4,3% w narządach wewnętrznych i 3,9% w skórze i włosach (33, 44). Magnez zlokalizowany w tkankach miękkich, to głównie magnez wewnątrzkomórkowy (14, 58). Na podstawie szybkości i wielkości wymiany Mg^{28} po dożylniej infekcji, Simesen i wsp. (46) wyróżniają u bydła dorosłego i cieląt dwie grupy tkanek. Do grupy pierwszej o szybkiej wymianie zaliczają mięsień sercowy, wątrobę i jądra, a do drugiej

o powolnej wymianie — mięśnie szkieletowe. Według Rogersa (39) szybkiej wymianie ulega magnez w mięśni sercowym, nerkach, wątrobie, a powolnej w jądrach, mózgu i mięśniach szkieletowych. Ten sam autor opierając się na wzorze wymiany radioaktywnego magnezu stwierdził, że aż 75% magnezu znajdującego się w komórkach mięśni szkieletowych może ulec powolnej wymianie ze środowiskiem zewnątrzkomórkowym, gdzie określono jego zawartość w granicach 23—30 mg w 100 g świeżej masy (27). Magnez całego organizmu u krów w zaawansowanej laktacji może być wymieniany w 20—24%, a u cieląt w 30—45%. Różnice te są prawdopodobnie zależne od ilości magnezu wymienialnego w kościach (46).

Magnez zewnątrzkomórkowy stanowi niewielką ilość, bo zaledwie 1% całego magnezu zawartego w organizmach przeżuwaczy i występuje głównie w płynach międzykomórkowych. W surowicy krwi jest go tylko 0,2%. Z całej ilości magnezu zawartego w surowicy krwi około 65—70% występuje w formie ultraprzesączalnej — aktywnej w procesach przemieszczania. Pozostała część związana jest z białkami, fosforanami, cytrynianami i innymi związkami chemicznymi w postaci ligandów (33, 36, 44, 58). W surowicy i osoczu krów zdrowych poziom magnezu wynosi 1,80 — 3,20 mg% (0,74 — 1,32 mmol/l), Wartości magnezu poniżej 1,80 mg% (0,74 mmol/l) uważane są za niedoborowe, a wartości przekraczające poziom 3,20 mg% (1,32 mmol/l) za świadczące o nadmiarze magnezu w organizmie (33, 44). Prowadząc badania porównawcze u krów zdrowych w wieku 3—10 lat stwierdzono większe stężenie magnezu w płynie mózgowo-rdzeniowym (3,13 mEq) 1,57 mmol/l niż w surowicy krwi (2,28 mEq/l) (1,14 mmol/l).

Zawartość magnezu w krwinkach czerwonych uważana jest za zmienną i zależną od gatunku zwierzęcia, wieku, pory roku i okresu fizjologicznego. Ogólnie krwinki czerwone zawierają mniej magnezu niż komórki innych tkanek. Mniej go jest również w krwinkach zwierząt dorosłych niż młodych. W krwinkach czerwo-