

JERZY LECHOWSKI

Korelacja między magnezem a witaminą C w ich wchłanianiu jelitowym u kurcząt

Katedra Fizjologii Zwierząt Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Lechowski J.

Correlation between magnesium and vitamin C in intestinal absorption of chickens

Summary

The study aimed at making a thorough investigation of the influence of magnesium on the absorption of vitamin C and, conversely, the influence of ascorbic acid on the absorption of magnesium from the alimentary tracts of hens. The influence of magnesium on the absorption of vitamin C and conversely influence of ascorbic acid on the absorption of magnesium by the method of perfused intestinal loop „in vivo” according to Mykkanen and Nys. Magnesium radically increased the absorption of ascorbic acid from the jejunum and caecum of chickens. The inversely proportional dependence between the concentration of magnesium in the solution and the amount of vitamin C absorbed has been proved. A substantial increase of absorption of vitamin C in the jejunum from 2.60 mg/l/cm²/60 min to 3.83 mg/l/cm²/60 min and in the caecum 4.10 mg/l/cm²/60 min to 3.83 mg/l/cm²/60 min and in the caecum from 4.10 mg/l/cm²/60 min to 5.15 mg/l/cm²/60 min was determined. Ascorbic acid, however, decreased the absorption of magnesium. Vitamin C decreased the absorption of magnesium in the jejunum from 1.83 mg/l/cm²/60 min to 1.17 mg/l/cm²/60 min and in the caecum from 3.63 mg/l/cm²/60 min to 2.21 mg/l/cm²/60 min. Ascorbic acid in perfused fluid was marked by Roe-Kuether method. In time, along with the flow of perfused fluid the conditions for absorption changed.; pH increased and amount of vitamin C and magnesium absorbed by intestine decreased. This phenomenon is caused by a natural process connected with the saturation of the intestine wall with the vitamin concentrated during the earlier intense absorption, the increased level of ascorbic acid in the blood, as well as the loss of energetic substances and the secretion of enzymes, electrolytes and mucin in to intestinal lumen. The results obtained in the paper may be used in feeding, prophylaxis and treatment of domestic animals and people.

Poziom witamin w organizmie uzależniony jest od ich wchłaniania z przewodu pokarmowego oraz od ich syntezy przez tkanki lub florę bakteryjną jelit. Witamina C (kwas askorbowy) jest dobrze wchłaniana u człowieka i świnki morskiej, głównie w dwunastnicy i proksymalnym odcinku jelita cienkiego na zasadzie biernej dyfuzji oraz transportu czynnego, dla którego energię dostarczają ATP i glukoza. U szczurów i chomików natomiast, tylko na zasadzie dyfuzji (25, 31). U kurcząt zaś, wchłanianie się zarówno z jelita czczego jak i ślepego, w niższych stężeniach na zasadzie transportu czynnego, w wyższych zaś na zasadzie biernej dyfuzji (23). Jak wykazano, wiele witamin rozpuszczalnych w wodzie przyspiesza lub zwalnia ten proces (15, 16, 23, 24).

W warunkach fizjologicznych około 30–40% magnezu pokarmowego ulega absorpcji w jelicie cieniowym (2, 6, 11). Wchłanianie magnezu w jelitach ludzi i zwierząt jest sumą procesu dyfuzji biernej i ułatwionej (6, 11). Podaż wody wpływa na przyswajanie magnezu (2). Przebiega ono lepiej, gdy czas trwania tego procesu jest dłuższy (32) i zależy nie tylko od stopnia jonizacji tego pierwiastka, ale też od równowagi pomiędzy różnymi składowymi diety i obecności hormonów przewodu pokarmowego. Stopień przyswajalno-

ści zależy od właściwości organizmu oraz od antagonistycznego wpływu fluoru i siarki. Wchłanianiu magnezu sprzyjają: zakwaszone środowisko, dieta bogata w białka zwierzęce, tłuszcze nienasycone, trójglicerydy o średnim łańcuchu, kwasy tłuszczowe, witamina B₆, sól, laktoza i witamina D. Wchłanianie magnezu hamują: zasadowość środowiska, niektóre białka roślinne, pochodne amoniaku, tłuszcze nasycone, włókna pokarmowe, kwas fitynowy, nadmiar wapnia i fosforu (5, 6, 7, 11–13). Rozpuszczalne sole magnezu jak np. chlorek magnezowy są łatwo wchłanialne z jelita cienkiego (30).

Magnez spełnia istotną rolę w profilaktyce i terapii różnych chorób oraz zapobiega nadpobudliwości nerwowej (1, 33, 34). Niedobór magnezu występuje często u bydła wypasane w okresach wiosennych na niektórych pastwiskach i powoduje objawy „tężyczki pastwiskowej” (29).

Celem pracy było wyjaśnienie wpływu magnezu na wchłanianie witaminy C z jelit kurcząt, jak również odwrotnej zależności w wchłanianiu między witaminą C a magnezem, to znaczy starano się wyjaśnić czy kwas askorbowy i magnez wywierają wzajemnie na siebie wpływ hamujący lub pobudzający.

Material i metody

Badania wykonano na 36 kurczętach mieszańcach Astra B w wieku od 6 do 10 tygodni. Kurczęta przebywały w klatkach w pomieszczeniu o temperaturze otoczenia 16°C–18°C. U 36 kurcząt oznaczano przyżyciowo metodą perfuzjowanej pętli jelitowej (14, 23, 26), wchłanianie witaminy C z jelita czczego i ślepego w obecności magnezu w stężeniu od 100 mg/l do 1000 mg/l (w mieszkach paszowych dla drobiu spotyka się około 500 mg/kg paszy). Kurczęta usypiano vetbutalem w ilości 0,5 do 1,0 ml, a następnie po otwarciu jamy brzusznej wyosabniano 10 cm odcinek jelita czczego (poczynając od 20 cm za pętlą dwunastniczą) lub około 7–10 cm odcinek jelita ślepego i po założeniu gumowych kaniul w oba końce pętli, umieszczano ją ponownie w jamie brzusznej. Następnie przez tak wyosabniony odcinek jelita przepuszczano płyn fizjologiczny – 0,9% NaCl o temperaturze 39°C, zawierający witaminę C, oraz magnez przy pomocy pompy perystaltycznej „Miniflow” typ 304 Unipan z szybkością 10 ml/min. przez 30 minut. Po zakończeniu doświadczenia wycinało pętlę jelitową i mierzono powierzchnię chłonną jelita w cm². Kwas askorbowy w płynie perfuzyjnym oznaczano metodą Roe-Kuethera (27, 28), a ilość wchłoniętej witaminy wyrażano w mg/l/cm²/60 min. Jednocześnie oznaczano wchłanianie magnezu z pętli jelitowej w obecności różnych stężeń witaminy C, metodą (ASA) atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej przy użyciu aparatu AAS-3 produkcji Carl-Zeiss Jena.

W czasie doświadczeń mierzono ilość wchłoniętej witaminy C w zależności od czasu trwania przepływu przez pętlę jelitową.

Oznaczano również pH płynu perfuzyjnego (0,9% NaCl), mierząc jego zmiany w czasie przepływu, przed i po dodaniu witaminy C i magnezu.

W badaniach stosowano kwas askorbowy cz. Polfa, c.cz. 176,0; chlorek magnezowy c.cz. 241 Poch. Dla uwzględnienia różnic statystycznych wyniki badań poddano analizie statystycznej testem t-Studenta.

Wyniki i omówienie

W tej grupie badań wykazano wzajemny wpływ wchłaniania między magnezem i witaminą C w jelicie czczym i ślepym kurcząt. U człowieka kwas askorbowy wchłaniany jest głównie w jelicie czczym (25).

Tab. 1. Wchłanianie witaminy C z jelit kurcząt w zależności od stężenia magnezu ($\bar{x} \pm s$, n = 25)

Płyn perfuzyjny	Ilość wchłoniętej witaminy C w mg/l/cm ² /60 min					
	Jelito czcze			Jelito ślepe		
	$\bar{x}$	s	%	$\bar{x}$	s	%
200 mg/l witaminy C	2,60 a	0,14	100,0	4,10 a	0,16	100,0
200 mg/l witaminy C + 100 mg/l magnezu	2,90 ab	0,11	111,5	4,35 ab	0,18	106,1
200 mg/l witaminy C + 500 mg/l magnezu	3,83 c	0,23	147,3	5,15 c	0,37	125,6
200 mg/l witaminy C + 750 mg/l magnezu	4,60 d	0,18	176,9	5,74 d	0,24	140,0
200 mg/l witaminy C + 1000 mg/l magnezu	5,48 e	0,26	210,8	5,96 e	0,30	145,4

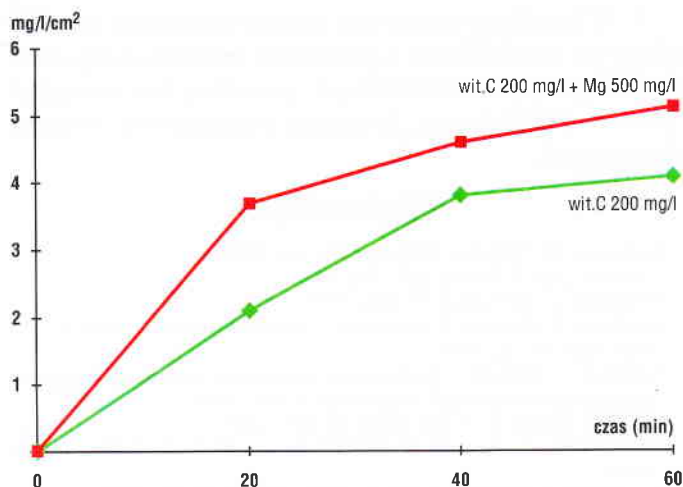
Objaśnienie: a, b, c, d, e – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tab. 2. Wchłanianie magnezu z jelit kurcząt w zależności od stężenia witaminy C ($\bar{x} \pm s$, n = 25)

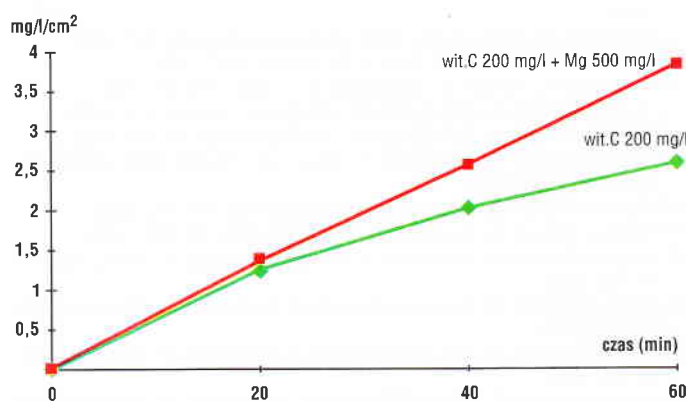
Płyn perfuzyjny	Ilość wchłoniętego magnezu w mg/l/cm ² /60 min					
	Jelito czcze			Jelito ślepe		
	$\bar{x}$	s	%	$\bar{x}$	s	%
500 mg/l magnezu	1,83 a	0,11	100,0	3,63 a	0,21	100,0
500 mg/l magnezu + 50 mg/l witaminy C	1,63 ab	0,07	89,1	3,52 ab	0,16	96,9
500 mg/l magnezu + 100 mg/l witaminy C	1,46 c	0,07	79,8	3,39 ac	0,14	93,4
500 mg/l magnezu + 200 mg/l witaminy C	1,17 d	0,09	63,9	2,21 d	0,09	60,9
500 mg/l magnezu + 500 mg/l witaminy C	0,47 e	0,02	25,7	1,70 e	0,10	46,8

Objaśnienie: jak w tab. 1

Mechanizm wchłaniania podobny jest do mechanizmu transportu cukrów i aminokwasów w jelitach ssaków (31). Wchłanianie kwasu askorbowego u człowieka i świnki morskiej zachodzi na zasadzie biernej dyfuzji, oraz transportu czynnego, natomiast tylko na zasadzie dyfuzji u szczurów i chomików (25). W ostatnim czasie (23) prześledzono transport z jelit witaminy C u



Ryc. 1. Ilość wchłanianej witaminy C z jelit ślepych kurcząt w mg/l/cm² w zależności od czasu przepływu płynu perfuzyjnego



Ryc. 2. Ilość wchłanianej witaminy C z jelita czczego kurcząt w mg/l/cm² w zależności od czasu przepływu płynu perfuzyjnego

kur i wykazano, że witamina ta z niższych stężeń transportowana jest na zasadzie transportu aktywnego, z wyższych zaś drogą dyfuzji.

W jelitach czczym i ślepych witamina C sama lub w obecności magnezu w płynie perfuzyjnym, wchłaniała się do jelit w różnych ilościach w zależności od rodzaju płynu perfuzyjnego i miejsca wchłaniania. Obecność magnezu w płynie perfuzyjnym w badaniu przeprowadzonym u kur powodowała znaczne zwiększenie wchłaniania witaminy C z jelita czczego i ślepego. Wykazano, że magnez obecny w roztworze perfuzyjnym przepływającym przez pętlę jelita czczego i ślepego powodował wzrost wchłaniania witaminy C. Wraz ze wzrostem stężenia magnezu w płynie perfuzyjnym, witamina C z roztworu o stężeniu 200 mg/l wchłaniała się intensywniej niż bez magnezu (tab. 1).

Magnez wywierał niewątpliwie wyraźny wpływ na wchłanianie witaminy C zarówno z jelita czczego jak i ślepego. Jak wykazały poprzednie badania (15, 16, 23, 24), wiele witamin rozpuszczalnych w wodzie zmniejsza w różnym stopniu wchłanianie witaminy C, np. witamina B₁, kwas nikotynowy, pantotenian wapnia, czy też chlorek choliny, zmniejszają je także kwasy tłuszczowe (21, 22). Ze znanych witamin rozpusz-

czalnych w wodzie, jedynie kwas foliowy i biotyna (witamina H) zwiększały wchłanianie kwasu askorbowego (8, 9, 24). Podobnie cynk zwiększał wchłanianie witaminy C z jelit kurcząt (18), natomiast siarczan żelazawy obniżał ten proces (19). Jednakże oba pierwiastki, cynk i żelazo zwiększały jej syntezę w tkankach (18, 20), podobnie jak glukoza (17). Jak podaje Doleżych i wsp. (4) kadm również obniżał wchłanianie witaminy C z jelit szczurów.

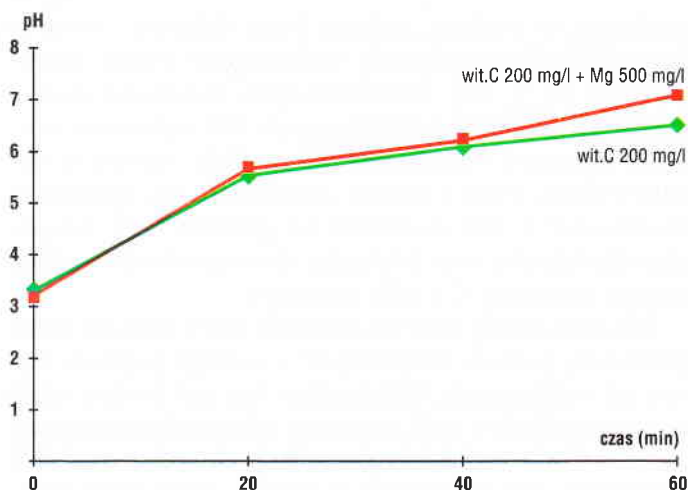
Magnez należy więc do niewielu pierwiastków, które podnoszą poziom witaminy C w ustroju poprzez lepsze jej wchłanianie. Mechanizm ten jest bardzo istotny, szczególnie u tych zwierząt, u których synteza witaminy C nie zachodzi z powodu braku odpowiednich enzymów, lub też istnieje w bardzo niewielkim stopniu, jak u człowieka (3, 10). Nadmiar wprowadzonego do ustroju kwasu askorbowego jest wydalany przez nerki, co chroni organizm przed nadmiernym obciążeniem tą witaminą (10).

Można zatem przypuszczać, że intensywność wchłaniania kwasu askorbowego po dodatku magnezu jest związana z zawartością tych pierwiastków spożywanych w pokarmie przez zwierzę. Ilość wchłoniętej witaminy C po magnezie zależna była bowiem od stężenia podawanego pierwiastka w płynie perfuzyjnym. Podobną zależność zaobserwowano we wchłanianiu samego kwasu askorbowego (23).

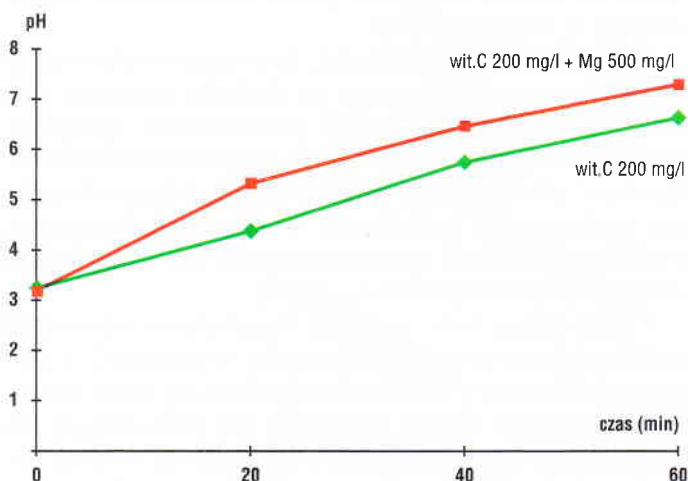
Celem pracy było również wyjaśnienie odwrotnej zależności we wchłanianiu między witaminą C a magnezem, to znaczy starano się wyjaśnić czy kwas askorbowy wywiera wpływ hamujący lub pobudzający na wchłanianie tego pierwiastka. Okazało się według niniejszych badań, że witamina C obniża wchłanianie magnezu z jelit kurcząt. Obserwując wpływ kwasu askorbowego na wchłanianie z jelit magnezu wykazano, że witamina C zdecydowanie hamuje wchłanianie magnezu z jelita czczego i ślepego kurcząt (tab. 2).

Mechanizm tego procesu nie jest jasny i wyjaśnienie go wymaga dalszych badań. Zależność ta nie jest odosobniona, gdyż istnieje wiele doniesień na temat wpływu innych składników pokarmowych na wchłanianie magnezu jak np. witaminy B₆, D, białka zwierzęcego i roślinnego, tłuszczów nienasyconych i nasyconych, sodu, laktozy, włókna, kwasu fitynowego, wapnia i fosforu (5, 7, 12, 13).

W trakcie trwania przepływu płynu perfuzyjnego zawierającego witaminę C przez pętlę jelitową, obserwowano stopniowe zmniejszanie intensywności jej wchłaniania. W czasie przepływu płynu perfuzyjnego przez jelito czcze i jelita ślepe, obserwowano gwałtowny wzrost wchłaniania kwasu askorbowego w pierwszych 40 minutach, a następnie jego wyraźne i stopniowe zmniejszanie, zarówno w roztworze zawierającym samą witaminę C, czy też z magnezem podnoszące jej wchłanianie z jelit (ryc. 1, 2). Związane jest to prawdopodobnie z wysyceniem ściany jelit kwasem askorbowym nagromadzonym przez wcześniejsze intensywne wchłanianie, wzrostem poziomu wi-



Ryc. 3. pH płynu perfuzyjnego w czasie przepływu przez pętlę jelita czczego



Ryc. 4. pH płynu perfuzyjnego w czasie przepływu przez pętlę jelita ślepego

taminy C w krwi jak również ubytkiem substancji energetycznych, a także zmianą pH płynu perfuzyjnego; pH płynu perfuzyjnego w jelicie czczym wynosiło 6,55, natomiast w jelicie ślepym 6,00–6,21. W obecności witaminy C i magnezu obniżało się ono znacznie (pH 3,19–3,30). Jednakże w czasie badania obserwowano stopniowe podnoszenie pH, płynu perfuzyjnego (ryc. 3, 4).

Zmiany pH związane są nie tylko z wchłanianiem witaminy C i elementów mineralnych, ale jak należy przypuszczać z naturalnym mechanizmem, polegającym na wydzielaniu do światła jelita enzymów, elektrolitów oraz mucyny.

Interakcje we wchłanianiu z przewodu pokarmowego między magnezem a witaminą C, powinny być uwzględnione w profilaktyce, żywieniu i leczeniu zwierząt domowych.

Wnioski

1. Magnez powoduje wzrost wchłaniania witaminy C z przewodu pokarmowego kurcząt.

2. Witamina C hamuje wchłanianie magnezu z jelit kurcząt.

3. W konkluzji końcowej można stwierdzić, że interakcje we wchłanianiu z przewodu pokarmowego między magnezem a witaminą C, powinny być uwzględnione w profilaktyce, żywieniu i leczeniu zwierząt domowych.

Piśmiennictwo

1. Aikawa J. K.: *Wld Rev. Nutr. Diet.* 28, 112, 1978.
2. Behar J.: *Am. J. Physiol.* 227, 334, 1974.
3. Chatterjee J.: *Sci. Culture* 39, 210, 1973.
4. Doleżych B., Doleżych S., Szmatloch A., Mekail A., Jethon Z., Fiala A.: *Acta Biol. Siles.* 15, 42, 1990.
5. Durlach J., Durlach V.: *Speculations on hormonal controls of magnesium homeostasis: a hypothesis.* *Magnesium.* 3, 109, 1984.
6. Ebel H., Ginther T.: *J. clin. Chem.* 18, 257, 1980.
7. Hardwick L. L., Jones M. R., Brautbar N., Lee D. B. N.: *J. Nutr.* 13, 121, 1991.
8. Lechowski J., Nagórna-Stasiak B.: *Arch. Vet. Pol.* 33, 19, 1993.
9. Lechowski J., Nagórna-Stasiak B.: *Medycyna Wet.* 48, 219, 1992.
10. Lewin S.: *Vitamin C: its molecular biology and medical potential.* Acad. Press. London–N. Y.–San Francisco 1976.
11. Lisbona F., Alferez M. J. M., Barrionuevo M.: *Int. J. Vit. Nutr. Res.* 64, 135, 1994.
12. MacLough G. M., Sald S. I., You W. M.: *Gastroenterology* 66, 737, 1974.
13. Mc Hale M., Kies C., Fox H. M.: *J. Fd Sci.* 44, 1412, 1979.
14. Mykkanen H., Fullmer C., Wasserman R.: *J. Nutr.* 114, 68, 1984.
15. Nagórna-Stasiak B., Kołodyńska M.: *Medycyna Wet.* 44, 572, 1988.
16. Nagórna-Stasiak B., Kołodyńska M.: *Medycyna Wet.* 43, 754, 1987.
17. Nagórna-Stasiak B., Lechowski J.: *Annls Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. DD.* 7, 57, 1993.
18. Nagórna-Stasiak B., Lechowski J.: *Medycyna Vet.* 49, 331, 1993.
19. Nagórna-Stasiak B., Lechowski J.: *Medycyna Wet.* 50, 455, 1994.
20. Nagórna-Stasiak B., Lechowski J., Łazuga-Adamczyk A.: *Arch. Wet. Pol.* 34, 23, 1994.
21. Nagórna-Stasiak B., Łazuga-Adamczyk A., Lechowski J.: *Medycyna Wet.* 46, 203, 1990.
22. Nagórna-Stasiak B., Łazuga-Adamczyk A., Lechowski J.: *Medycyna Wet.* 47, 86, 1991.
23. Nagórna-Stasiak B., Łazuga-Adamczyk A., Kołodyńska M.: *Medycyna Wet.* 42, 631, 1986.
24. Nagórna-Stasiak B., Łazuga-Adamczyk A., Kołodyńska M.: *Medycyna Wet.* 43, 235, 1987.
25. Nancy R., Stevenson P.: *Gastroenterology* 67, 952, 1974.
26. Nys Y., Mongin P.: *Pflgers Arch.* 392, 251, 1982.
27. Roe J.: *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 92, 277, 1961.
28. Roe J., Kuether C.: *J. biol. Chem.* 147, 399, 1943.
29. Rutkowiak B.: *Hipomagnezemia u krów mlecznych.* Inst. Wet. Puławy, 1990.
30. Scott M., Nesheim M., Young R.: *Żywnienie kur.* PWRiL, Warszawa 1978.
31. Stevenson N., Brush M.: *Am. J. clin. Nutr.* 22, 318, 1969.
32. Walser M.: *Magnesium metabolism.* *Ergebn. Physiol.* 59, 185, 1967.
33. Zawadzki J.: *Pol. Arch. Med. wewn.* 39, 91, 1994.
34. Zdrojewicz Z.: *Wiad. lek.* 45, 5, 1992.

Adres autora: dr Jerzy Lechowski, ul. Dragonów 14/16, 20-554 Lublin

HILL N. P., MURPHY P. E., NELSON A. J., MOUTTON N., GREEN L. E., MORGAN K. L.: Kulawizna i zmiany w stopach u dorosłych kóz mlecznych w Wielkiej Brytanii. (Lameness and foot lesions in adult British dairy goats). *Vet. Rec.* 141, 412-416, 1997 (16)

Badania przeprowadzono na 307 losowo wybranych kozach ze stad mlecznych z 4 dużych ferm. Odsetek zwierząt z kulawizną wahał się od 2,6 do 24,4% (średnio 9,1%). Przyczyną kulawizny w 29,6% było oddzielenie rogu kopytowego, w 13,0% zmiany w linii białej kopyta, w 10,1% zsuwanie się puszek kopytowej, w 4,2% przypadków ropnie podeszwy oraz w 1% przypadków obecność ciał obcych lub zmiany ziarniniakowate. W badanych stadach u 81,3 do 95,5% kóz miało miejsce przerośnięcie rogu kopytowego, które wymagało korekty. Zmiany w puszcze racicowej były związane głównie z warunkami środowiskowymi. Zainicjowanie prawidłowej pielęgnacji racic w istotny sposób zmniejszyło odsetek zwierząt z kulawizną.