

## **Wpływ skarmiania zielonki z pastwisk o zróżnicowanej zawartości Cu, Zn, Pb i Cd w glebie na poziom tych pierwiastków w surowicy krwi i mleku krów**

**Renata Klebaniuk<sup>1</sup>, Jan Matras<sup>1</sup>, Anna Czech<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Akademia Rolnicza w Lublinie, Instytut Żywienia Zwierząt,  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

<sup>2</sup>Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Biochemii i Toksykologii,  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Celem badań było określenie wpływu skarmiania zielonki z pastwisk o zróżnicowanej zawartości w glebie metali ciężkich (Cu, Zn, Pb, Cd) na ich poziom w surowicy krwi i mleku krów w czasie sezonu pastwiskowego. Badania przeprowadzono na 30 krowach (średnia wydajność mleka ok. 7000 kg), dobranych metodą analogów do dwóch grup (A i B) – po 15 krów w każdej. Czynnikiem doświadczalnym była zielonka pastwiskowa z dwóch pastwisk (A i B), położonych na glebach o różnej zawartości metali ciężkich. Zielonki z obydwu pastwisk miały analogiczny skład botaniczny. Zwierzęta obu grup otrzymywały w dawce podstawowej kiszonkę z kukurydzy, siano łąkowe i mieszankę treściwą. W próbach skarmianych pasz oznaczono zawartość suchej masy, a ponadto w zielonkach oraz w surowicy krwi i mleku krów – poziom ołowiu, kadmu, miedzi i cynku. Stwierdzono dwukrotnie wyższy poziom ołowiu i pięciokrotnie wyższy poziom kadmu w glebie pastwiska B, co wpłynęło na wyższą, odpowiednio: o 40% i o 27% zawartość tych pierwiastków w zielonce z tego pastwiska. Znalazło to swoje odbicie w podwyższonej ( $P \leq 0,05$ ) zawartości kadmu w surowicy krów grupy B. Poziom miedzi w glebie pastwiska B był o około 40% wyższy niż w glebie pastwiska A. Wpłynął on korzystnie na zawartość tego pierwiastka w zielonce oraz w surowicy krwi i mleku krów karmionych zieloną z tego pastwiska. Nie wykazano istotnych różnic w zawartości cynku w surowicy krwi i mleku krów korzystających z pastwiska A i B.

**SŁOWA KLUCZOWE:** krowy / zielonka / miedź / cynk / ołów / kadm / surowica krwi / mleko

Obecność metali ciężkich w glebie stwierdza się nie tylko w rejonach silnie uprzemysłowionych czy dróg szybkiego ruchu [12]. W wyższych stężeniach spotyka się je

także poza źródłem skażenia, w typowych ekosystemach rolniczych. Na zawartość metali ciężkich w glebie może mieć wpływ zarówno jej typ, jak również postępująca intensyfikacja produkcji roślinnej, związana ze wzmożonym nawożeniem mineralnym czy też stosowaniem chemicznych środków ochrony roślin [5].

Wyższe stężenie metali ciężkich w glebie może wpływać na zwiększoną ich zawartość w roślinach [5, 8], a w konsekwencji wyższy ich poziom w płynach fizjologicznych (krwi i mleku) zwierząt karmionych tymi roślinami [1, 13, 16].

Celem pracy było określenie wpływu stosowania w żywieniu krów mlecznych zielonek pochodzących z pastwisk położonych na glebach o zróżnicowanej zawartości metali ciężkich, na ich zawartość w surowicy krwi i mleku krów w okresie sezonu pastwiskowego.

## **Materiał i metody**

Badania przeprowadzono w 2004 roku, w okresie od maja do września, w gospodarstwie indywidualnym (woj. lubelskie) położonym w regionie ekologicznie czystym, z dala od zakładów przemysłowych i dróg szybkiego ruchu, na 30 krowach mlecznych o średniej rocznej wydajności około 7000 kg mleka. Stawkę krów podzielono metodą analogów na dwie grupy (A i B), po 15 sztuk w każdej. W dawce podstawowej krowy grupy A i B otrzymywały kisonkę z kukurydzy, siano łąkowe oraz mieszankę treściwą. Czynnikiem doświadczalnym była zielonka z dwóch różnych pastwisk (A i B), na których wypasano krowy doświadczalne (odpowiednio grupę A na pastwisku A, zaś grupę B na pastwisku B). Pastwisko A usytuowane było na glebach charakteryzujących się niższą zawartością metali ciężkich w porównaniu z glebami pastwiska B (tab. 1). Pastwiska położone były na glebach płowych wytworzonych z lessów. Według danych Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie (2004), są to gleby mało zasobne w składniki mineralne, z wyjątkiem Mg przyswajalnego, którego poziom nie budzi zastrzeżeń. Skład botaniczny zielonki obydwu pastwisk oraz ich użytkowanie były analogiczne.

W okresie badawczym określano ilość skarmianych pasz. Ilość pobieranej na pastwisku zielonki oceniono pięciokrotnie metodą Różyckiego, z pobraniem każdorazowo z każdego pastwiska 4 prób zielonki (z tych samych miejsc) do analiz chemicznych. W skarmianych paszach oznaczono zawartość suchej masy oraz poziom ołowiu, kadmu, miedzi i cynku. Od trzydziestu krów, objętych doświadczeniem, pobrano 5 razy próby krwi i mleka.

Zawartość metali ciężkich w paszach, surowicy krwi i mleku oznaczono metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej ASA, z zastosowaniem aparatu UNICAM 939/959. Analizy chemiczne wykonano w Instytucie Żywienia Zwierząt oraz w Centralnym Laboratorium Aparaturowym Akademii Rolniczej w Lublinie.

Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej, z wykorzystaniem programu Statistica 5.1, testem analizy wariancji jednoczynnikowej ANOVA, przyjmując poziom istotności 0,05 i 0,01.

## Wyniki i dyskusja

W glebach ocenianych pastwisk wykazano znaczne różnice w zawartości badanych metali ciężkich (tab. 1), dotyczą one zwłaszcza kadmu i ołowiu. Zawartość kadmu w glebie pastwiska B była ponad 5-krotnie, a ołowiu 2-krotnie wyższa w porównaniu z glebą pastwiska A. W glebie pastwiska B zanotowano także wyższy poziom miedzi (o 42%) i cynku (o 30%). Generalnie, na tle klasyfikacji stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, podawanymi przez Kabatę-Pendias i wsp. [8], zawartość badanych pierwiastków w glebie pastwiska A plasowała się znacznie poniżej wartości podawanych jako graniczne dla gleb o zerowym stopniu zanieczyszczenia. W glebie pastwiska B zawartość ołowiu i miedzi mieściła się w granicach wartości podawanych jako naturalne, a poziom kadmu i cynku, według wymienionej klasyfikacji, był podwyższony.

**Tabela 1 – Table 1**

Średnia zawartość metali ciężkich w glebie i w zielonkach  
Average content of heavy metals in soil and green forage of pasture

Wyszczególnienie Specification	Pb	Cd	Cu	Zn
Gleba* (mg/kg masy powietrznie suchej): Soil* (mg/kg air dry matter):				
pastwisko A – pasture A	6,80	0,19	6,13	68,68
pastwisko B – pasture B	13,52	1,05	8,68	89,30
Zielonka (mg/kg suchej masy): Green forage (mg/kg dry matter):				
pastwisko A – pasture A	0,668 <sup>a</sup>	0,123	9,05 <sup>a</sup>	26,82
pastwisko B – pasture B	0,941 <sup>b</sup>	0,156	12,40 <sup>b</sup>	30,01

a,b – różnice statystycznie istotne przy  $P \leq 0,05$  – statistically significant differences at  $P \leq 0,05$

\*opracowane na podstawie danych Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie, 2004

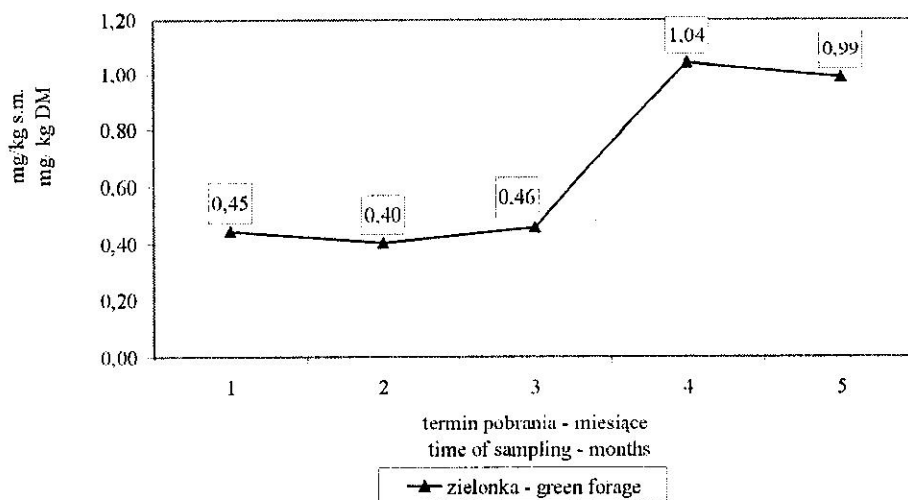
\*extracted from the data of Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Lublinie, 2004

W badaniach własnych, stwierdzono, że 5-krotnie wyższa zawartość kadmu w glebie pastwiska B, w porównaniu z glebą pastwiska A, spowodowała zwiększenie o 27% jego poziomu w suchej masie zielonki pastwiska B. Różnica ta nie została jednak potwierdzona statystycznie. Zanotowano zaś znacznie większą (rzędu 40%), różnicę ( $P \leq 0,05$ ) w zawartości ołowiu w zielonce z porównywanych pastwisk, chociaż różnica poziomu tego pierwiastka w glebach tych pastwisk była zaledwie 2-krotnie wyższa (tab. 1).

Ołów, pobrany z gleby przez roślinność trawiastą, gromadzony jest głównie w kormórkach korzeni. Jego transport do części nadziemnych jest powolny [5, 7, 8]. Zawartość tego pierwiastka w zielonce wzrasta przy wyższym jego poziomie w glebie [5, 11]. Według Lagerwerffa [11], zawartość ołowiu w roślinie podwaja się przy 5-krotnym wzroście jego stężenia w glebie, podczas gdy w przypadku kadmu taki wzrost zawartości w roślinie jest notowany dopiero przy 10-krotnym zwiększeniu jego poziomu w glebie.

W zielonce z pastwiska B stwierdzono istotnie ( $P \leq 0,05$ ) wyższy (o 37%) poziom miedzi, przy podobnej różnicy (42%) w zawartości tego pierwiastka w glebach obu pastwisk. Różnice w zawartości cynku w zielonce z obu porównywanych pastwisk były niewielkie (ok. 12%), i nie zostały potwierdzone statystycznie (tab. 1).

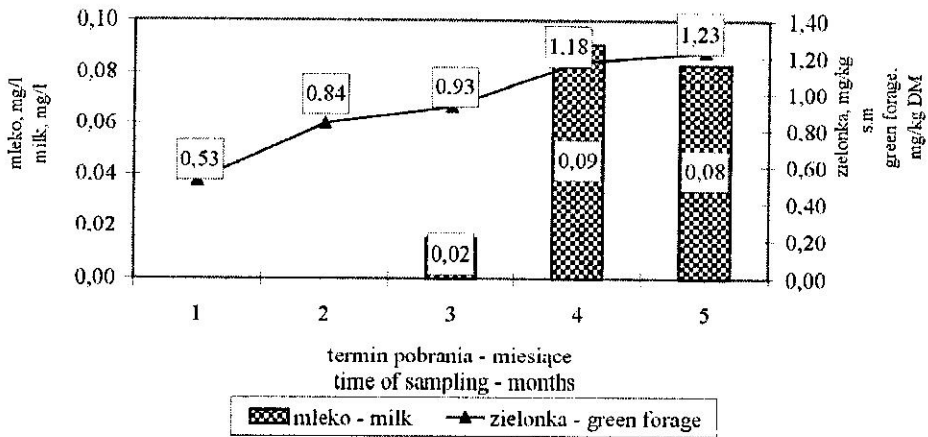
Najwyższe stężenie ołowiu w zielonkach obydwu pastwisk notowano pod koniec sezonu pastwiskowego (rys. 1 i 2). Podobną tendencję zanotowali w swoich badaniach również Lipiec i Matras [12]. Poziom miedzi w zielonce z pastwiska A był najwyższy w środku sezonu (rys. 3), podczas gdy w zielonce z pastwiska B najczęściej tego pierwiastka odnotowano w drugiej połowie sezonu pastwiskowego (rys. 4). Zawartość kadmu i cynku w zielonkach pastwiska A i B, w całym okresie badawczym, utrzymywała się na stałym poziomie.



Rys. 1. Zawartość ołowiu w zielonce pastwiska A w sezonie pastwiskowym  
Fig. 1. Lead content in green forage from the pasture A in pasture season

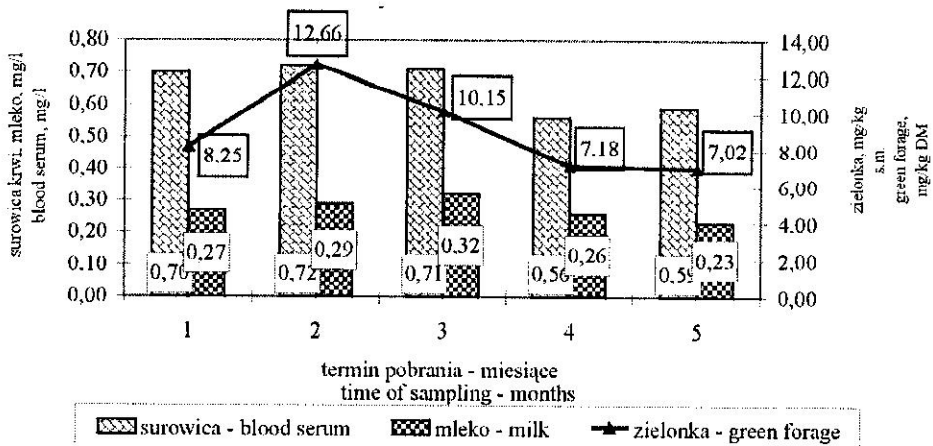
Stwierdzone w zielonkach (obydwu ocenianych pastwisk) zawartości kadmu i ołowiu były wyraźnie niższe, w porównaniu z zawartościami uznanymi jako dopuszczalne przez normy NRC [14]. Wynoszą one dla ołowiu 30 mg/kg s.m., a dla kadmu 0,5 mg/kg s.m. Również zawartości w zielonce miedzi i cynku (pierwiastków zaliczanych do metali ciężkich, lecz niezbędnych dla organizmu zwierzęcego) były typowe dla zielonki pastwiskowej z tego regionu [4].

Skarmiane zielonki stanowiły odpowiednio 26,2 i 24,2% pobranej przez krowy grup A i B suchej masy dawek, a zróżnicowana ilość badanych pierwiastków w zielonkach miała wpływ na ich poziom zarówno w surowicy krwi, jak i mleku krów. Największą różnicę, ok. 40% zanotowano w zawartości kadmu w surowicy krwi krów pobierających zielonkę z pastwiska B (o wyższej jego zawartości w glebie i zielonce). Poziom tego pierwiastka w surowicy krwi był wyższy ( $P \leq 0,05$ ), niż u krów żywionych dawkami



Rys. 2. Zawartość ołowiu z zielonki pastwiska B oraz w mleku krów grupy B, korzystających z tego pastwiska

Fig. 2. Lead content in green forage from the pasture B and milk of group B cows, grazing this pasture



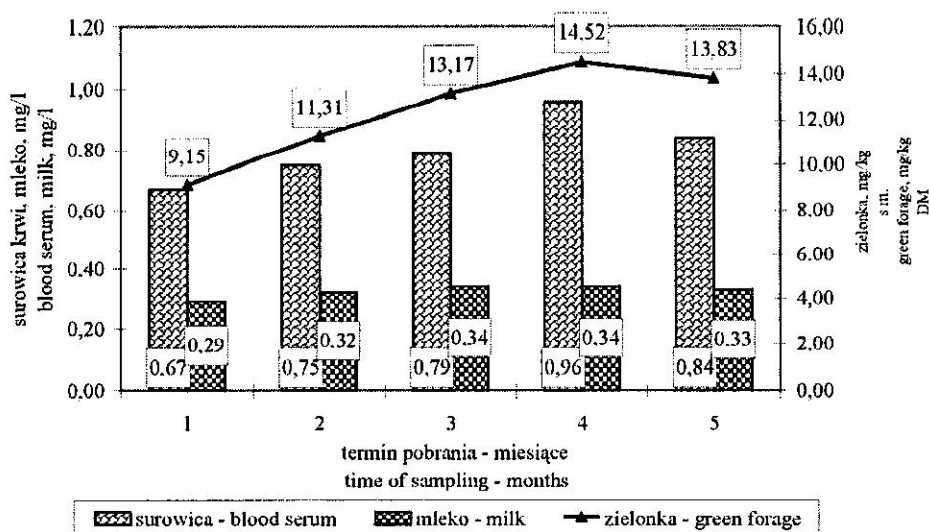
Rys. 3. Zawartość miedzi w zielonki pastwiska A oraz w surowicy krwi i mleku krów grupy A w sezonie pastwiskowym

Fig. 3. Copper content in green forage from the pasture A and in blood serum and milk of group A cows, in pasture season

z zieloną z pastwiska A. Nie stwierdzono zaś obecności tego pierwiastka w mleku. Według Sharmy i wsp. [16] oraz Van Bruwaene i wsp. [17], gruczoł mlekowy silnie ogranicza przechodzenie tego pierwiastka do mleka, stąd też jego koncentracja w mleku nie zwiększa się znacząco, nawet przy wysokiej zawartości Cd w dawce. Kadm, który uległ absorpcji może natomiast osadzać się w organizmie zwierzęcia, zwłaszcza w nerkach i mięśniach [16]. Organizm pozbywa się tego pierwiastka w niewielkim stopniu,

a przy tym bardzo wolno [15], stąd też jego zawartość w pobieranych paszach powinna być jak najmniejsza.

Zawartość ołowiu w surowicy krwi była na granicy wykrywalności. W mleku krów grupy A nie stwierdzono jego obecności (tab. 2), podobnie jak w mleku krów z grupy B w pierwszej połowie sezonu pastwiskowego, kiedy to zawartość tego pierwiastka w zielonce była niższa. Zawartość ołowiu w mleku krów grupy B, w drugiej połowie sezonu pastwiskowego, wynosiła 0,08-0,09 mg/l (rys. 2). Pierwiastek ten łatwo przechodzi do mleka, stąd też zwiększona koncentracja ołowiu w dawce powoduje wzrost jego zawartość w mleku [13]. Wartości Pb nie przekraczały jednak dopuszczalnych norm wynoszących 0,15 mg Pb/l mleka [6].



Rys. 4. Zawartość miedzi w zielonce pastwiska B oraz w surowicy krwi i mleku krów grupy B w sezonie pastwiskowym

Fig. 4. Copper content in green forage from the pasture B and in blood serum and milk of group B cows, in pasture season

Zawartość miedzi w surowicy krwi krów grupy A (0,66 mg/l) była dość niska. Wyraźnie wyższy ( $P \leq 0,05$ ) poziom tego pierwiastka u krów grupy B (0,80 mg/l), mieści się w dolnych granicach wartości referencyjnych, wynoszących od 0,78 do 1,20 mg/l [10]. Wyraźnie więcej ( $P \leq 0,05$ ) miedzi zanotowano w mleku krów grupy B w porównaniu do mleka krów grupy A (tab. 2). Zawartość miedzi w mleku obydwu badanych grup krów była jednak nieco niższa od wartości podawanych przez Bujanowicz i wsp. [4] oraz Kinal i Presia [9]. Podwyższony poziom miedzi, zarówno w surowicy krwi jak i mleku krów z grupy B, nie może zatem budzić obaw. Biorąc pod uwagę stosunkowo niską, w porównaniu do norm [18], zawartość miedzi w surowicy krwi wszystkich objętych badaniami zwierząt, wyższy poziom tego pierwiastka u krów z grupy B należy uznać za korzystny.

Zawartość cynku w surowicy krwi krów obydwu grup doświadczalnych (tab. 2) mieściła się w przedziale dolnych wartości (1,01-2,01 mg/l), podawanych przez Bednarka [2] jako normy fizjologiczne. Poziom tego pierwiastka w mleku krów był stosunkowo wysoki i wynosił 6,43 mg/l w grupie A i 7,09 mg/l w grupie B. Był on zbliżony do wartości podawanych przez Brzóska i wsp. [3], i nieco wyższy niż poziomy, jakie uzyskała w swoich badaniach Bujanowicz i wsp. [4].

**Tabela 2 – Table 2**

Średnia zawartość metali ciężkich w surowicy krwi i mleku krów  
Average content of heavy metals in blood serum and milk of cows

Wyszczególnienie Specification	Pb	Cd	Cu	Zn
Surowica krwi (mg/l): Blood serum (mg/l):				
grupa A – group A	–	0,084 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	1,09
grupa B – group B	–	0,118 <sup>b</sup>	0,80 <sup>b</sup>	1,15
Mleko (mg/l): Milk (mg/l):				
grupa A – group A	–	–	0,27 <sup>a</sup>	6,43
grupa B – group B	0,038	–	0,32 <sup>b</sup>	7,09

a, b – różnice statystycznie istotne przy  $P \leq 0,05$  – statistically significant differences at  $P \leq 0,05$

W całym okresie sezonu pastwiskowego stwierdzono, podobnie jak w próbach zielonki, stosunkowo stałe zawartości kadmu i cynku w surowicy krwi i mleku badanych krów. Zmienność zawartości miedzi i ołowiu w zielonce w sezonie pastwiskowym znalazła swoje odbicie w zawartości tych pierwiastków w badanej krwi i mleku (rys. 1, 2, 3, 4).

Podsumowując, zawartości ołowiu i kadmu w zielonce z obydwu pastwisk, jak i ich poziom w surowicy krwi i mleku obu porównywanych grup krów plasowały się poniżej dopuszczalnych granic tolerancji. Wyższa zawartość miedzi w zielonce korzystnie wpłynęła na poziom tego pierwiastka w surowicy krwi i mleku krów. Stwierdzone zmiany w zawartości ołowiu, a także miedzi w czasie sezonu pastwiskowego miały swoje odzwierciedlenie w ich zawartości w surowicy krwi i mleku.

## PIŚMIENNICTWO

1. BARANOW-BARANOWSKI S., KLATA W., 1998 – Wpływ zawartości wybranych składników mineralnych (Ca, P, Mg, Cu, Zn i Co) w paszy na poziom w surowicy i mleku krów. *Magazyn Weterynaryjny* 7, 3, 198-201.
2. BEDNAREK D., 1998 – Rola cynku w procesach odpornościowych u zwierząt. *Medycyna Weterynaryjna* 44, 92-95.
3. BRZÓSKA F., ZYZAK W., BRZÓSKA B., ŁOJEWSKA A., 1997 – Wpływ mineralizowanych lizawek solnych na poziom mikroelementów w surowicy krwi i mleku krów. Mat. II Konferencji Naukowej „Związki mineralne w żywieniu zwierząt”, Balice 22-23.09.1997.

4. BUJANOWICZ B., MATRAS J., WOJTASIK J., 2004 – Wpływ bilansowania mineralnego żywienia krów mlecznych w okresie letnim na wydajność oraz wybrane składniki mineralne krwi i mleka. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 31, 2, 251-264.
5. JONES L.H.P., CLEMENT C.R., HOPPER J., 1973 – Lead uptake from solution by perennial ryegrass and its transport from roots to shoots. *Plant and Soil* 38, 403-414.
6. JURCZAK M.E., 1999 – Mleko – produkcja, badanie, przerób. Wyd. SGGW.
7. KABATA-PENDIAS A., 1999 – Biochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa.
8. KABATA-PENDIAS A., MOTWICKA-TERELAK T., PIOTRKOWSKA M., TERELAK H., WITEK T., 1993 – Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. IUNG, Puławy.
9. KINAL S., PREŚ J., 1997 – Aktualne spojrzenie na zapotrzebowanie krów w okresie okołoporodowym na wapń, fosfor i cynk. Mat. II Konferencji Naukowej „Związki mineralne w żywieniu zwierząt”, Balice 22-23.09.1997.
10. KULETA Z., 1993 – Wartości wskaźników hematologicznych i biochemicznych zwierząt w stanach zdrowia i choroby. Wyd. ART Olsztyn.
11. LAGERWERFF J.V., 1971 – Uptake of cadmium, lead and zinc by radish from soil and air. *Soil. Sci.* 111, 129-140.
12. LIPIEC A., MATRAS J., 2000 – Zawartość ołowiu i kadmu w roślinności z trwałych użytków zielonych położonych w sąsiedztwie drogi Lublin-Warszawa. Nowoczesne metody produkcji pasz na użytkach zielonych i ocena ich wartości pokarmowej. IMUZ, 45, 95-99.
13. LOPEZ A., COLLINS W.F., WILLIAMS H.L., 1985 – Essential elements, cadmium, and lead in raw and pasteurized cow and goat milk. *Journal Dairy Science* 68, 1878-1886.
14. National Research Council, 1980 – Mineral Tolerance of Domestic Animals. Washington, D.C. National Academy Press.
15. National Research Council, 2001 – Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Science, Washington DC.
16. SHARMA R.P., STREET J.C., VERMA M.P., SHUPE J.L., 1979 – Cadmium intake from feed and its distribution to food products of livestock. *Environmental Health Perspectives* 28, 59-66.
17. VAN BRUWAENE R., GERBER G.B., KIRCHMANN R., COLARD J., 1982 – Transfer and distribution of radioactive cadmium in dairy cows. *Intern. Journal Environmental Studies* 19, 47-51.
18. WINNICKA A., 2004 – Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wyd. SGGW, Warszawa.

Renata Klebaniuk, Jan Matras, Anna Czech

## Influence of feeding green forage from pastures differing in Cu, Zn, Pb, Cd content in the soil, on their levels in blood serum and milk of cows

### Summary

The aim of the investigations was to determine the influence of feeding of green forage from two pastures differing in the content of heavy metals (Cu, Zn, Pb, Cd) in the soils on the level of these minerals in cows' blood serum and milk during pasture season. Thirty cows (average milk yield - about 7000 kg a year) were allotted into 2 groups (A and B), using method of analogues 15



cows each. They grazed two different pastures. Pasture A was situated on the soil with lower and pasture B on the soil with higher content of heavy metals. Green forage of both pastures had similar botanical composition. Except pasture, the animals of both groups received also maize silage, meadow hay and concentrates. Blood and milk was sampled 5 times from each cow. Dry matter content in the fed forages and lead, cadmium, copper and zinc content in green forage, blood serum and milk samples were determined. Two and five fold higher levels of lead and cadmium, respectively, in the soil of pasture B resulted in the increased levels ( $P \leq 0.05$ ) of these minerals in green forage from this pasture by 40 and 27%, respectively, in comparison with pasture A. It was reflected in the elevated ( $P \leq 0.05$ ) content of cadmium in blood serum. Higher (by 40%) level of copper in pasture B soil affected positively this mineral content in green forage, blood serum and milk of cows grazing this pasture. No significant differences in zinc content were found in the examined body fluids of cows grazing pasture A and B.

