

**Michał Skibniewski\*, Tadeusz Kośla\*\*, Ewa M. Skibniewska\*\***

## **ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH MIKROELEMENTÓW W MIĘŚNIACH KRÓW MLECZNYCH**

### **CHOSEN TRACE ELEMENTS CONTENT IN THE DAIRY COWS MUSCLES**

**Słowa kluczowe:** krowy mleczne, miedź, cynk, mangan, mięśnie.

**Key words:** dairy cows, copper, zinc, manganese, muscles.

*The aim of the study was to determined Zn, Cu and Mn concentration in muscles of the dairy cows from Mazovia region to proof local deficiency or excess these elements. Material was collected in slaughterhouses from 18 dairy cows. The investigated material was chosen according to its usefulness for consumption. The Cu, Mn and Zn content was determined by FAAS method. Statistical analysis was performer using Statistica™ programme. The average copper content in the muscular tissue was 4.9 mg·kg<sup>-1</sup> dry matter, whereas in the case of manganese it was 1.35 mg·kg<sup>-1</sup> respectively. The average zinc content was 248.76 mg·kg<sup>-1</sup>. The results obtained are similar to data reported in literature with reference to the Zn, Cu and Mn content in ruminants muscular tissue.*

#### **1. WPROWADZENIE**

Wzrastająca intensyfikacja produkcji zwierzęcej jest nastawiona na osiągnięcie wysokiej wydajności przy jednoczesnym ograniczaniu kosztów. Wzrost wymagań produkcyjnych i związane z tym nadmierne obciążenie organizmów zwierząt może prowadzić do powstawania przewlekłego stresu środowiskowego, który negatywnie oddziałuje na stan zdrowia dotkniętych nim osobników. Zjawisko to jest szczególnie widoczne w odniesie-

---

\* *Dr Michał Skibniewski – Katedra Nauk Morfologicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa; tel.: 22 59 362 10; e-mail: [michal\\_skibniewski@sggw.pl](mailto:michal_skibniewski@sggw.pl)*

\*\* *Prof. dr hab. Tadeusz Kośla, dr Ewa M. Skibniewska – Katedra Biologii Środowiska Zwierząt, Wydział Nauk o Zwierzętach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa.*

niu do bydła mlecznego stąd też zapewnienie odpowiedniego poziomu związków mineralnych w diecie jest niezbędne do utrzymania prawidłowego wzrostu osobników młodych oraz zdrowotności i wysokiej wydajności stad krów mlecznych [Blanco-Penedo i in. 2010]. W gospodarstwach o intensywnym typie produkcji rolnej związki mineralne stanowią jeden z podstawowych składników koncentratów paszowych, zapewniając tym samym ich odpowiednią podaż. Są one często wytwarzane w ten sposób, że niejednokrotnie ich zawartość znacznie przewyższa zapotrzebowanie bytowe i produkcyjne zwierząt [Blanco-Penedo i in. 2006]. Należy pamiętać, że niektóre mikro- i makroelementy stanowiące dodatki mineralne o zbyt wysokiej koncentracji w dawce pokarmowej mogą wywierać efekt toksyczny [Blanco-Penedo i in. 2010]. Najbardziej jaskrawym przykładem takiej zależności jest przewlekłe zatrucie miedzią u bydła, które wiąże się z jej nadmiarem w diecie, a także ze zmianami biodostępności związków miedzi zawartych w paszy [Blanco-Penedo i in. 2006]. Podawanie związków mineralnych w nadmiarze powoduje także znaczny wzrost ich zawartości w odchodach zwierząt, czego należy unikać ze względu na ich przenikanie do środowiska z pól uprawnych nawożonych obornikiem lub gnojowicą [Lopez-Alonso i in. 2000; Blanco-Penedo i in. 2010].

Zawartość składników mineralnych w tkankach zwierząt hodowlanych jest istotna nie tylko z punktu widzenia utrzymania ich zdrowotności oraz wysokiej wydajności, ale także z powodu zdrowia człowieka. Metale zawarte w jadalnych częściach ciała zwierząt dostają się do organizmów ludzi głównie drogą alimentarną. Mięso, będące jednym z podstawowych składników pokarmowych, może stanowić zagrożenie dla zdrowia z powodu zawartości takich metali toksycznych, jak Pb, Cd, Hg i As, ale także jest źródłem cennych mikro- i makroelementów, takich jak Fe, Cu, Zn i Se [Lopez-Alonso i in. 2000, 2002; Vos i in. 1987; Arnold i in. 2006; Nriagu i in. 2009]. Ich wchłanianie, tkankowa akumulacja oraz ewentualna toksyczność podlega wpływom wielu czynników, wśród których duże znaczenie mają interakcje pomiędzy poszczególnymi metalami. W rzeczywistości zależność pomiędzy metalami toksycznymi i niezbędnymi ma kluczowe znaczenie dla gospodarki mineralnej organizmu [Lopez-Alonso i in. 2004; Blanco-Penedo i in. 2006]. Do najbardziej znanych interakcji pomiędzy pierwiastkami należą antagonizm kadmu i cynku oraz zależność pomiędzy miedzią, molibdenem i siarką [Nicholson i in. 1984; Spierenburg i in. 1988; Blanco-Penedo i in. 2006].

Nieprawidłowe stężenia pierwiastków w tkankach mogą stanowić przyczynę zaburzeń metabolicznych. Jony metali i ich związki chemiczne uczestniczą w różnych reakcjach biochemicznych. Podstawową funkcją miedzi jest udział w procesach oksydacyjno-redukcyjnych, w regulacji metabolizmu żelaza oraz uczestnictwo w procesie tworzenia kolagenu. Jej niedobory prowadzą między innymi do niedokrwistości, zmian w narządach mięsnych oraz do deformacji kości [Anke 1994; Payne 1983; Ratjen, Anke 2000; Dorton i in. 2003]. Podobnie jak miedź także cynk jest pierwiastkiem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania organizmów zwierzęcych. Będąc składnikiem wielu hormonów i enzymów uczestni-

czy między innymi w metabolizmie węglowodanów oraz w syntezie kwasów nukleinowych i białek [Kirsch i in. 2000; Zhang i in. 2003]. Ostre niedobory cynku mogą powodować zahamowanie wzrostu, zaburzenia rozwoju pierwszorzędowych cech płciowych oraz zmniejszoną tolerancję na glukozę [Sadurski 1984; Anke 1994]. Nadmiar cynku wywołuje objawy zatrucia, przy czym jego toksyczność wynika głównie z wtórnego niedoboru miedzi. Zjawisko to u zwierząt występuje stosunkowo rzadko [Pasternak, Majdaniak 1999].

Mangan aktywuje wiele enzymów biorących między innymi udział w procesach utleniania. Wraz z miedzią pierwiastek ten uczestniczy w hematopoezie, a także odgrywa istotną rolę w utrzymaniu prawidłowych czynnościach ośrodkowego układu nerwowego. Szczególną rolę odgrywa u przeżuwaczy, ponieważ jego obecność jest niezbędna do zapewnienia prawidłowego ilościowego i jakościowego składu mikroflory żwacza [Anke 1994].

U zwierząt gospodarskich niedobory tego pierwiastka mogą być przyczyną zaburzeń procesu kostnienia, nieprawidłowości w funkcjonowaniu ośrodkowego układu nerwowego oraz zaburzeń w rozrodzie. Nadmiar manganu w paszy zmniejsza wchłanianie miedzi, fosforu i żelaza [Anke 1994; Anke i in. 1994; Groppel 1995].

Celem badań było określenie zawartości cynku, miedzi i manganu w mięśniach krów mlecznych oraz stwierdzenie, czy występują tu niedobory lub nadmiar poszczególnych pierwiastków.

## 2. MATERIAŁ I METODY

Próbki mięśni uzyskano od 18 krów mlecznych pochodzących z terenu województwa mazowieckiego. Wiek zwierząt zawierał się w przedziale od 2 do 8 lat. Materiał badawczy stanowiły próby mięśnia piersiowego zstępującego (*musculus pectoralis descendens*), pobierane w rzeźniach podczas poubojowego badania tuszy. Materiał pakowano w torebki polietylenowe i poddano mrożeniu w temperaturze  $-18^{\circ}\text{C}$ , do czasu wykonania analizy zawartości pierwiastków. Mineralizację tkanek uzyskano przez spalenie w temperaturze  $450^{\circ}\text{C}$ , a powstały popiół rozpuszczono w 10% kwasie solnym. Zawartość Cu, Zn i Mn określano stosując metodę płomieniowej atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (FAAS). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem pakietu Statistica, model anova.

## 3. WYNIKI I DYSKUSJA

Średnia zawartość miedzi w badanym materiale wynosiła  $4,90 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m., manganu  $1,35 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m., cynku zaś  $248,76 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. W analizie statystycznej otrzymanych wyników zaobserwowano istotną statystycznie dodatnią korelację pomiędzy zawartością cynku i miedzi. Szczegółowe dane wraz z podstawowymi parametrami statystycznymi przedstawiono w tabeli 1 i 2.

**Tabela 1.** Zawartość Cu, Zn i Mn w mięśniach krów mlecznych, mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

**Table 1.** The Cu, Zn and Mn content in muscles of dairy cows, mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

Pierwiastek	Zawartość średnia	N	SD	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>
Cu	4,90	18	2,62	3,23	3,80	6,0
Zn	248,76	18	63,13	199,5	236,2	294,5
Mn	1,35	18	0,95	0,69	1,12	1,79

Uzyskane wyniki są zbliżone do wartości podawanych przez innych autorów. Anke i in. [1989] stwierdzili, że średnia zawartość miedzi w mięśniach krów wynosi 3,40 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. Niższe wartości tego parametru odnotowali Żmudzki i in. [1991] – 2,66 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. Lopez-Alonso i in. [2000] stwierdzili, że średnia zawartość miedzi w mięśniach krów mlecznych wynosi 1,68 mg·kg<sup>-1</sup> świeżej masy tkanki. Po uwzględnieniu stanu uwodnienia tkanki mięśniowej można stwierdzić, że są to wartości niższe od uzyskanych w doświadczeniu własnym. Dane literaturowe wskazują, że średnia zawartość cynku w mięśniach krów waha się w granicach od 145 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. do 200 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. W odniesieniu do manganu wartości te wynoszą 0,83 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. [Anke i in. 1989, Żmudzki i in. 1991].

**Tabela 2.** Korelacje pomiędzy zawartością Cu, Mn i Zn w mięśniach krów

**Table 2.** Correlation between Cu, Mn and Zn content in cows muscles

Pierwiastek	Cu	Mn	Zn
Cu	1,000	0,397	0,696*
Mn	0,397	1,000	0,445
Zn	0,696*	0,445	1,000

**Objaśnienie:** \*Zależności istotne statystycznie przy p≤0,05.

Należy jednak podkreślić, że w piśmiennictwie dotyczącym zawartości pierwiastków mineralnych w mięśniach bydła podawane wartości różnią się niekiedy dwu- lub nawet trzykrotnie [Jorhem i in. 1989; Lopez-Alonso i in. 2000; Blanco-Penedo i in. 2010; Garcia-Vaguero i in. 2011]. Wynika to między innymi z tego, że analizie poddawane są różne części tuszy. Ustalono, że zawartość miedzi w przeponie może niemal dwukrotnie przewyższać jej stężenie w mięśniach piersiowych [Lopez-Alonso i in. 2000]. Różnice te wynikają z aktywności metabolicznej mięśnia, jego struktury (proporcji pomiędzy włóknami mięśniowymi i tłuszczem) oraz z intensywności unaczynienia [Langlands i in. 1987; Kauffmann, Breidenstein 1994; Garcia-Vaguero i in. 2011].

#### 4. PODSUMOWANIE

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że stan zaopatrzenia mineralnego krów z terenu województwa mazowieckiego jest odpowiedni. Zawartość miedzi, cynku i manganu w tkance mięśniowej zwierząt jest zbliżona do danych zawartych w dostępnym piśmiennictwie. Nie zaobserwowano zbyt niskich tkankowych stężeń badanych pierwiastków ani także ich nadmiaru niosącego zagrożenie dla zdrowia konsumentów mięsa wołowego.

#### PIŚMIENICTWO

- ANKE M., MASAOKA T., ARNHOLD W., KRAUSE U., GROPPPEL B., SCHWAN S. 1989. The influence of a sulfur, molybdenum or cadmium exposure on the trace element status of cattle and pigs. Arch. Anim. Nutr. 39, 7 Berlin: 657–666.
- ANKE M. 1994. Störungen im Mengen- und Spurenelementhaushalt. In: H. Hartmann und H. Meyer (eds.) Klinische Pathologie der Haustiere, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart: 154–175.
- ANKE M., GROPPPEL B., ANGELOW L. 1994. Der Einfluss des Mangan-, Zink-, Kupfer-, Jod-, und Selenmangels auf die Fortpflanzungsleistung des Wiederkäuers. Rekasen-Journal 1: 23–28.
- ARNOLD S.M., ZARNKE R.L., LYNN T.V., CHIMONAS M.A.R. FRANK A. 2006. Public health evaluation of cadmium concentrations in liver and kidney of moose (*Alces alces*) from four areas of Alaska. Sci. Total. Environ 357: 103–111.
- BLANCO-PENEDO I., CRUZ J.M., LOPEZ-ALONSO M., MIRANDA M., CASTILLO C., HERNANDEZ J., BENEDITO J.L. 2006. Influence of copper status on the accumulation of toxic and essential metals in cattle. Environ. Int. 32: 901–906.
- BLANCO-PENEDO I., LOPEZ-ALONZO M., MIRANDA M., HERNANDEZ J., PRIETO F., SHORE R.F. 2010. Non-essential and essential trace elements concentration in meat from cattle reared under organic, intensive or conventional production systems. Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Exp. Risk. Assesses 27 (1): 36–42.
- DORTON K.L., ENGLE T.E., HAMAR D.W., SCILIANO P.D., YEMN R.S. 2003. Effects of copper source and concentration on copper status and immune function in growing finishing steer. Anim. Feed Sci. Technol. 110: 31–44.
- GARCIA-VAGUERA M., MIRANDA M., BENEDITO J.L. BLANCO-PENEDO I. LOPEZ-ALONZO M. 2011. Effect of type of muscle and Cu supplementation on trace element concentration in cattle meat. Food Chem. Toxicol. 49: 1443–1449.
- GROPPPEL B. 1995. Mengen- und Spurenelemente- Funktion, Bedarf, Versorgung und Diagnose, Rekasen Journal 2 (3): 3–6.

- JORHEM L., SUNDSTROM B., ASTRAND C., HAEGGLUND G. 1989. The levels of zinc copper, manganese, selenium, chromium, nickel, cobalt and aluminium in the meat, liver and kidney of Swedish pigs and cattle. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 188: 39–44.
- KAUFFMAN R.G., BREIDENSTEIN B.C. 1994. Muscle foods: meat, poultry and seafood technology. Chapter meat animal composition and its measurements. Chapman & Hall, London: 224–247.
- KIRSCH T., HARRISON G., WORCH K.P., GOLUG E.E. 2000. Regulatory roles of zinc in matrix vesicle mediated mineralization of growth plate cartilage. *J. Bone. Miner. Res.* 15, (2): 261–270.
- LAI Y.L., YAMAGUCHI M. 2005. Effects of copper on bone component in the femoral tissues of rats: anabolic effect of zinc in weakened by copper. *Biol. Pharm. Bull.* 28 (12): 2296–2301.
- LANGLANDS J.P., DONALD G.E., SMITH A.J. 1987. Analysis of data collected in a residue survey: copper and zinc concentrations in liver, kidney and muscle in Australian sheep and cattle. *Aust. J. Exp. Agric.* 27: 485–491.
- LOPEZ-ALONSO M., BENEDITO J.L., MIRANDA M., CASTILLO C., HERNANDEZ J., SHORE R.F. 2000. Arsenic, cadmium, lead, copper and zinc in cattle from Galicia, NW Spain. *Sci. Total Environ.* 246 (2–3): 237–248.
- LOPEZ-ALONSO M., PRIETO-MONTANA F., MIRANDA M., CASTILLO C., HERNANDEZ J., BENEDITO J. L. 2004. Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain, *Biometals* 17: 389-397.
- NICOLSON J.K., OSBORN D., KENDALL M.D. 1984. Comparative distributions of zinc cadmium and mercury in the tissues of experimental mice. *Comp. Biochem. Physiol.* 77 (2): 249–256.
- NRIAGU J., BOUGHANEN, M., LINDER A., HOWE A., GRANT CH., RATTRAY R., VUTCHOV M., LALOR G. 2009. Levels of As, Cd, Pb, Cu, Se and Zn in bovine kidneys and livers in Jamaica, *Ecotoxicology and Environmental Safety* Vol. 72 (2): 564–571.
- PASTERNAK K., MAJDANIK M. 1999. Rola cynku w przyrodzie, *Biul. Magnezol.* 4 (¾): 547–553.
- PAYNE J.M. 1983. Bedarfsgerechte Versorgung des Rindes mit Mineralstoffen und Spurenelementen im Hinblick auf gesundheit. Fruchtbarkeit und Leistung. *Krafftutter* 66: 290–294.
- RATJEN A., ANKE M. 2000. Der Mengen-, Spuren- und Ultrapurenelementgehalt des Pferdehaares in Abhängigkeit von Lebensraum, Geschlecht, Haarfarbe. 1. Mitteilung: Der Kupfergehalt, Mengen- und Spurenelemente, Jena: 1169–1176.
- SADURSKI T. 1984. Schorzenia wywołane niedoborem cynku, *Med. Weter.* 8: 489–493.
- SPIERENBURG T.J., DE GRAAF G.N., BAARS A.J., BRUS D.H.J., TIELEN M.J.M, ARTS B.J. 1988. Cadmium, zinc, lead and copper in livers and kidneys of cattle in the neigh-

- borhood of zinc refineries. *Environ. Monit. Asses* 11: 107–114.
- VOS G., LAMMARS H., VON DELF W. 1987. Arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium in meat, livers and kidneys of cattle slaughtered in the Netherlands during 1980–1985. *Food Addit. Contam.* 4: 73–88.
- ZHANG Y.H., CHENG Y.Y., HONG Y., WANG D.L., LI S.T. 2003. Effects of zinc deficiency on bone mineralization and its mechanism in rats. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi* 37 (2): 121–124.
- ŻMUDZKI J., SZKODA J., JUSZKIEWICZ T. 1991. Stężenie pierwiastków śladowych w tkankach bydła w Polsce, *Med. Weter.* 47 (3) : 413–416.