

dzeniem braku ryzyka narażenia człowieka na rțęć poprzez mięso końskie. Należy przy tym podkreślić, że badania przeprowadzone na przestrzeni ostatnich 9 lat wykazały stopniowe zmniejszanie się pozostałości rțęci w tkankach zwierząt w naszym kraju.

Obok typowych pierwiastków toksycznych w grupie metali ciężkich duże znaczenie higieniczno-toksykologiczne posiadają mikroelementy takie, jak cynk, miedź i żelazo. Średnie stężenia tych pierwiastków w mięśniach, nerkach i wątrobach oznaczonych w latach 1980, 1982 i 1989 zestawiono w tab. 3. Stwierdzone ilości tych pierwiastków mieszczą się w zakresie stężeń wykrywanych we wcześniejszych badaniach własnych i innych autorów, a uznawanych za fizjologiczne (1, 2, 10, 16).

Średnie stężenie cynku wynosiło we wszystkich analizowanych próbkach mięśni 43,7 mg/kg, nerek 53,3 mg/kg i wątrób 77,4 mg/kg, wykazując nieznaczne różnicowanie w poszczególnych latach.

Bardzo zbliżone wartości średnich w poszczególnych latach stwierdzono również dla miedzi, które dla mięśni, nerek i wątrób wynosiły odpowiednio 1,74, 6,08 i 5,28 mg/kg.

Nieco większe różnicowanie obserwowano w zawartości żelaza w tkankach koni, co zwłaszcza uwi docznięto się w wątrobie. Średnie stężenie tego pierwiastka w wątrobie wynosiło 110,4 mg/kg przy najwyższym stężeniu 137,8 mg/kg w roku 1982, a najniższym 69,3 mg/kg w roku 1989.

W odróżnieniu do ołowiu i rțęci, pierwiastków typowo toksycznych, w przypadku cynku, miedzi i żelaza nie stwierdzono wyraźnej zależności od miejsca pochodzenia koni. Również nie stwierdzono dla żadnego z omawianych w tej pracy metali wyraźnej zależności między stężeniem a wiekiem konia.

## Wnioski

1. Stężenia ołowiu i rțęci w tkankach ubijanych w Polsce koni można uznać za niskie i nie budzące poważniejszych zastrzeżeń toksykologicznych i higienicznych.

2. W nerkach i wątrobach koni z regionów przemysłowych występuje wyższe stężenia ołowiu i rțęci niż u koni z regionów rolniczych.

3. Poziomy cynku, miedzi i żelaza w tkankach koni mieszczą się w zakresie stężeń określanymi jako fizjologiczne.

## Piśmiennictwo

1. Bjorland I., Norheim G.: Nord. Vet. Med. 33, 530, 1981.
2. Falandysz J., Lorenc-Biała H.: Bromat. Chem. Toksykol. 22, 19, 1989.
3. Hecht H.: Fleischwirtsch. 67, 1511, 1987.
4. Holm J.: Fleischwirtsch. 59, 737, 1979.
5. Juszkiewicz T., Szprengier T.: Pol. Arch. Wet. 17, 71, 1974.
6. Juszkiewicz T.: Residue of xenobiotics in animals, milk and environment in the light of 13 year surveillance. Veterinary Pharmacology and Toxicology, red. Y. Ruckebush, P. L. Toutain, G. D. Koritz MTP Press Ltd., Lancaster 1983.
7. Kreuzer W., Rosopulo A., Sell D., Frangerberg J., Koberstein S.: Fleischwirtsch. 68, 101, 1988.
8. Mazurek J., Rokicki E., Kryński A., Zarski T. P., Górska M.: Medycyna Wet. 46, 259, 1990.
9. Monkiewicz J.: Analiza skutków oddziaływania legnicko-głogowskiego okręgu miedziowego na organizm i użytkowość krów. Praca hab., Zesz. Nauk. AR Wrocław nr 73, 1988.
10. Nordberg M., Elinder C. G., Rahnster B.: Environ. Res. 20, 341, 1979.
11. Penumarthu L., Oehme F. W., Hayes R. H.: Arch. Environm. Contam. Toxicol. 9, 193, 1980.
12. Prior M. G.: Can. J. Comp. Med. 40, 9, 1976.
13. Szprengier T.: Medycyna Wet. 33, 182, 1977.
14. Wytyczne Min. Rol. i Gosp. Żywn., Dept. Wet. z dnia 17 lipca 1984.
15. Żmudzki J.: Medycyna Wet. 33, 179, 1977.
16. Żmudzki J.: Zawartość ołowiu, kadmu, cynku, miedzi i żelaza w tkankach zwierząt domowych ze szczególnym uwzględnieniem regionów typowo rolniczych i przemysłowych. Praca dokt., Instytut Weterynarii, Puławy 1978.
17. Żmudzki J., Juszkiewicz T., Szkoda J.: Medycyna Wet. (w druku).

Adres autora: doc. dr hab. Jan Żmudzki, ul. Reymonta 20a, 24-100 Puławy

JERZY MONKIEWICZ, ANDRZEJ PAŁASZ\*, GRAŻYNA RADZANOWSKA

## Badania nad możliwościami przyzyciowego określenia stężeń Pb, Cu i Zn w narządach krów \*)

Katedra Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt Wydziału Zootechnicznego AR,  
ul. Kożuchowska 7, 51-631 Wrocław

\* Western College of Veterinary Medicine, Saskatoon, Canada

Istotą stopnia skażenia środowiska jest stwierdzenie skutków bezpośrednich, a mianowicie: zawartości substancji skażających w atmosferze, glebie, roślinach i organizmach zwierząt. O ile w przypadku atmosfery, gleb i roślin nie przedstawia to szczególnych trudności, to w przypadku zwierząt można określić przyzyciowo zawartość tych substancji tylko w dostępnych tkankach, wydzielinach lub wydalinach. Analizuje się zazwyczaj krew, sierść, ślinę, mleko, kał, mocz i spermę u samców. Natomiast zawartość substancji skażających w narządach zwierząt można określić dopiero po ich uboju. W zależności od tych stężeń narządy lub całe tusze zwierząt ze względu na przekroczenie dopuszczalnych norm, mogą być zdyskwalifikowane jako surowce spożywcze. Przy skażeniach środowiskowych coraz większym problemem i to ciągle narastającym jest narażenie zwierząt na zatrucia metalami ciężkimi. Zatrucia te, przebiegające w różnych formach, wynikają przede

wszystkim z użytkowania w pobliżu hut i kopalń metali kolorowych. Jednym z takich regionów o bardzo nasilonej emisji metali ciężkich jest Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy (LGOM).

Spośród emitowanych związków metali w tym rejonie przez hutę miedzi najwięcej znajduje się ołowiu, miedzi i cynku. Złuszczą związki ołowiu zaburzają wiele przemian zachodzących w organizmie, spośród których synteza hemoglobiny jest jednym z najbardziej wrażliwych układów na ich toksyczne działanie (1, 6). Różnorodność skutków działania jonów ołowiu na syntezę hemoglobiny oraz stopień skomplikowania samego procesu syntezy, stwarza trudności w określeniu, który z jej etapów jest najbardziej wrażliwy na jego działanie. Jony ołowiu zaburzają syntezę hemu na kilku etapach obejmujących proces przyłączenia żelaza oraz syntezę globiny w erytrocytach. Enzymem, który najlepiej koreluje ze stężeniem związków ołowiu we krwi jest syntaza porfobiligenowa — E.C.4.2.1.24 (ALAD) (11).

\*) Praca wykonana w ramach problemu międzyresortowego MR-II-10.

Fakt ten od dawna został wykorzystany w laboratoryjnej diagnostyce zatruc związkami ołowiu. Zahamowanie efektywności tego enzymu następuje w krótkim czasie po narażeniu organizmu na związki ołowiu (cyt. 12). Przy doświadczalnym podawaniu szczurom w paśmie związków ołowiu w dawkach 10 i 20 mg/kg stężenia wykazano odwrotnie proporcjonalną zależność. Przy wzroście tego pierwiastka we krwi spadała aktywność tego enzymu (11). Również u cieląt wykazano, że Pb, jak również Cu, obniżają aktywność syntazy porfobiligenowej, przy jednoczesnym spadku poziomu hemoglobiny (7, 8, 12). Dotychczas oznaczanie aktywności ALAD u bydła było rzadko stosowane. Przyczyn tego faktu można szukać przede wszystkim w uciążliwości metodycznej.

Jak wynika z wyżej cytowanych badań negatywny wpływ związków Pb na aktywność ALAD jest udokumentowany. Natomiast nie spotkano opublikowanych badań jednoczesnego wpływu działania wielu metali (jaki występuje przy emisji z huty miedzi) na aktywność syntazy porfobiligenowej u krów. Brak też prostych metod, przy pomocy których przyżyciowo można by było określać zawartość związków Pb, Cu i Zn w narządach badanych krów, bez uciekania się do metod np. chirurgicznych (biopsji). Postanowiono zatem określić, jak na efektywność ALAD we krwi bydła wpływa jednocześnie działanie związków ołowiu, miedzi i cynku (zawartych w dymach i pyłach emitowanych przez hutę), a także, czy występuje wzajemna korelacja pomiędzy stężeniem związków Pb, Cu, Zn i aktywnością ALAD we krwi krów a stężeniem tych pierwiastków w ich narządach. Wykrycie matematycznie udowodnionej zależności może mieć znaczenie praktyczne. Przy jej pomocy na podstawie przyżyciowych badań zawartości Pb, Cu i Zn oraz efektywności syntazy porfobiligenowej we krwi bydła użytkowanego w skażonym środowisku można by było na podstawie stwierdzonych korelacji przeliczać zawartość związków Pb, Cu i Zn w narządach i tkankach.

#### Materiał i metody

Badania wykonano na 80 krowach (6-letnich) ubijanych w zakładach mięsnych, które za życia użytkowane były w odległości około 2 km od huty. Przed ubojem, po sprawzeniu świadectw pochodzenia i oznakowaniu poszczególnych krów, pobierano krew z żyły jarzmowej. Po uboju od oznakowanych krów pobierano próbki do badań analitycznych. Oznaczano Pb, Cu i Zn w następujących narządach: mózgu, wątrobie, nerce, mięśniu — *longissimus dorsi*, tkance gruczołowej wymienia i jajniku. We krwi tuż po pobraniu, w hemolizatach oznaczano aktywność syntazy porfobiligenowej metodą Bonsignore i wsp. (2). Zawartość Pb, Cu i Zn oznaczono metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej w płomieniu acetylen-powietrze, na spektrofotometrze SP-9 firmy Pye Unicam. Ołów w pełnej krwi oznaczano w fazie organicznej, po ekstrakcji izopropylaoacetanem (MIBK) kompleksu Pb z piroditynodiokarbaminianem amonu (APDC) przy długości fali 217 nm, z korelacją tła; lampą deuterową. Zawartość we krwi Cu i Zn oznaczano bezpośrednio, stosując odpowiednie rozcieńczenia wodą demineralizowaną, zgodnie z zaleceniami producenta spektrofotometru. Zawartość Pb, Cu i Zn w narządach oznaczano po ich mineralizacji „na sucho” w piecu muflowym w temperaturze 450°C (9). Popiół rozpuszczano w kwasie azotowym. Zawartość Pb w mineralizacie oznaczano podobnie jak we krwi. Natomiast Cu i Zn określano metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej, po odpowiednim rozcieńczeniu roztworu. Przy oznaczeniu Pb i Zn stosowano korekcję tła. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Wstępnie zbadano zależności dwuczynnikowe, a w dalszej kolejności zależności wieloczynnikowe i współczynniki korelacji. Wyznaczono również procentowy udział ALAD związków Pb, Cu Zn we krwi, powodujący wystąpienie istotnych zależności pomiędzy zawartością metali w narządach.

#### Wyniki i omówienie

Średnie stężenia związków Pb, Cu i Zn we krwi oraz w mózgu, nerce, wątrobie, gruczole mlekowym, jajniku i mięśniu najdłuższym grzbietu podano w tab. 1. W tabeli tej podano również aktywność syntazy porfobiligenowej (ALAD). Należy stwierdzić, że zawartość Pb jest wysoka, a zwłaszcza we krwi i mięśniach. Dla oznaczonych we krwi średnich stężeń badanych metali mieszczących się w przedziale: Pb —  $\bar{x} = 0,573$  mg/l (min — 0,100; max — 0,820 mg/l); Cu —  $\bar{x} = 1,380$  mg/l (min — 0,630; max — 2,270 mg/l) i Zn —  $\bar{x} = 1,150$  mg/l (min — 0,510; max — 2,720 mg/l) oraz średniej aktywności syntazy porfobiligenowej podanej w jednostkach metody Bonsignore w przeliczeniu na wartość hematokrytową krwi wynoszącą  $\bar{x} = 320,4$  (min — 62,5; max — 819,0), wyliczoną zależność pomiędzy aktywnością tego enzymu a średnią zawartością badanych metali ciężkich. Zależność tę można wyrazić wzorem:

$$\text{Aktywność ALAD} = (-) 398 \times \text{Pb krwi} + (347 \times \text{Cu krwi}) - (61 \times \text{Zn krwi}) + 158,8$$

Współczynnik korelacji dla tej zależności okazał się wysoki  $r = 0,711$  przy  $p \leq 0,05$ . Analizując wpływ poszczególnych metali na aktywność ALAD okazało się, że nie jest on jednakowy i wynosi dla związków Cu — 59,2%, dla Pb — 31,6% i Zn — 8,3%. Należy jednak zastrzec, że badane krowy użytkowane były w bardzo bliskiej odległości od huty i podlegały wpływom jej emisji, w której głównie występują związki Pb, Cu i Zn, ale oprócz nich obecne są i inne pierwiastki takie, jak: kadm, arsen, glin, bizmut, rtęć i inne. Ich obecność może wpływać na badane zależności na zasadzie działań antagonistycznych lub synergistycznych. Istnieją doniesienia o obniżaniu aktywności syntazy porfobiligenowej przez związki kadmu (7, 12), którego obecność stwierdzono w dymach i pyłach wydobywających się z huty Głogów (4).

Należy podkreślić, że w badaniach eksperymentalnych, w których cielęta lub krowy intoksykowano pojedynczymi związkami Pb, Cu lub Zn wykazano, że zarówno Pb, jak i Cu obniżają aktywność tego enzymu (7, 8, 12).

W niniejszych badaniach wykazano, że w przypadku, kiedy krowy przebywają w środowisku skażonym przez szereg związków toksycznych (głównie Pb, Cu, Zn) dochodzi do antagonizmu między tymi metalami a aktywnością badanego enzymu. Okazuje się, że w tym przypadku związki Cu podnoszą aktywność ALAD, a związki Pb i Zn tę aktywność hamują. Zatem występuje tutaj zjawisko odmienne niż w przypadku intoksykacji bydła pojedynczym metalem. Można podejrzewać, że występuje antagonizm pomiędzy związkami ołowiu i miedzi w oddziaływaniu na aktywność syntazy porfobiligenowej. Być może, że w tym mechanizmie biorą udział również i inne związki i substancje toksyczne zawarte w dymach i pyłach emitowanych przez hutę miedzi.

Obniżanie aktywności enzymu przez związki cynku można tłumaczyć na podstawie antagonizmu tego metalu z ołowiem. W stanach fizjologicznych związki Zn wypierają jony Pb z miejsc wiązania w enzymach zależnych od cynku, takich jak np. ALAD (3). Być może, że przy znacznym narażeniu organizmu na związki Pb następuje zgodnie z podanym mechanizmem zbyt duże nagromadzenie Zn w tym enzymie, co może w konsekwencji prowadzić do obniżenia jego aktywności. Zatem w przypadku jednoczesnego wpływu związków Pb i Zn na organizm, może pośrednio dochodzić do ich synergistycznego oddziaływania manifestującego się

Tab. 1. Aktywność syntazy porfobiligenowej ALAD (jednostki Bonsigniore) we krwi oraz średnia zawartość Pb, Cu i Zn we krwi (mg/l), mózgu, nerce, wątrobie, mięśniu, gruczole mlekowym i jajniku (mg/kg s.m.) krów (n = 80)

Miary statystyczne	Krew				Mózg			Nerka			Wątroba		
	ALAD	Pb	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn
$\bar{x}$	320,4	0,57	1,38	1,15	1,45	3,44	9,49	1,59	4,11	10,28	1,53	42,10	17,20
s	200,2	0,10	0,44	0,34	1,22	1,57	7,92	1,07	2,50	8,30	1,28	31,51	14,82
$\bar{x}$					Mięsień			Gruczoł mlekowy			Jajnik		
s					1,41	3,56	22,79	1,43	2,40	6,35	1,98	3,34	8,02
					1,20	1,44	22,04	1,36	1,43	4,87	1,11	1,54	6,33

Tab. 2. Ustalone zależności dla wyliczania zawartości Pb, Cu, Zn w narządach krów na podstawie oznaczeń aktywności ALAD oraz zawartości Pb, Cu, Zn we krwi

Narząd	Wyliczona zależność (krew)	Współczynnik korelacji (p ≤ 0,05)	$\bar{x}$ zawartość w narządzie (n 80) mg/kg
(Pb) — Nerka	$(-0,0018 \times \text{ALAD}) - (2,28 \times \text{Pb}) + (0,4 \times \text{Cu}) - (0,52 \times \text{Zn}) + 3,21$	0,513	1,59
(Pb) — Mięsień	$(-0,001 \times \text{ALAD}) + (2,07 \times \text{Pb}) + (0,03 \times \text{Cu}) - (0,40 \times \text{Zn}) + 1,03$	0,802	1,41
(Pb) — Gruczoł mlek.	$(-0,004 \times \text{ALAD}) + (2,7 \times \text{Pb}) + (0,34 \times \text{Cu}) - (0,08 \times \text{Zn}) - 0,57$	0,516	1,43
(Cu) — Nerka	$(-0,0019 \times \text{ALAD}) + (2,5 \times \text{Pb}) + (0,38 \times \text{Cu}) - (3,85 \times \text{Zn}) + 5,82$	0,653	4,11
(Cu) — Jajnik	$(0,0012 \times \text{ALAD}) + (11,9 \times \text{Pb}) + (0,37 \times \text{Cu}) - (5,90 \times \text{Zn}) + 2,71$	0,683	3,34
(Cu) — Gruczoł mlek.	$(0,0003 \times \text{ALAD}) + (4,69 \times \text{Pb}) + (0,49 \times \text{Cu}) - (0,21 \times \text{Zn}) - 0,95$	0,679	2,40
(Zn) — Gruczoł mlek.	$(0,0012 \times \text{ALAD}) + (3,86 \times \text{Pb}) - (1,48 \times \text{Cu}) + (2,29 \times \text{Zn}) + 2,95$	0,645	6,33

spadkiem aktywności syntazy porfobiligenowej.

Postanowiono również określić, czy istnieje matematycznie udowodniona zależność pomiędzy stężeniem Pb, Cu i Zn i aktywnością ALAD we krwi a stężeniem tych metali w mózgu, wątrobie, nerce, gruczole mlekowym, jajniku i mięśniu (*longissimus dorsi*). Okazało się, że taka zależność istnieje, należy jednak podkreślić, że odnosi się ona wyłącznie do stężeń metali i aktywności enzymu, które zostały oznaczone u badanych krów.

W tab. 2 podano tylko te zależności, dla których współczynnik korelacji przekroczył  $r = 0,5$  przy  $p \leq 0,05$ .

Na podstawie wyliczonych wzorów (po oznaczeniu zawartości związków Pb, Cu, Zn we krwi krów i aktywności syntazy porfobiligenowej), można z dużym prawdopodobieństwem określić przybliżoną zawartość poszczególnych metali. Dotyczy to zawartości związków ołowiu w nerce, mięśniu i gruczole mlekowym (tab. 2). Na tej samej zasadzie można określić stężenie związków miedzi w nerce, jajniku i gruczole mlekowym oraz związków cynku w gruczole mlekowym (tab. 2).

Innych zależności nie udało się udowodnić z uwagi na wystąpienie niskich współczynników korelacji. Metoda ta może być stosowana, chociaż autorzy wyżej przedstawione wyniki odnoszą tylko do krów użytkowanych w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym, gdzie emisja pyłów i gazów jest charakterystyczna dla hutnictwa miedzi. Należy również podkreślić, że wyliczone zależności mogą dotyczyć tylko przebadanych zawartości związków Pb, Cu, Zn we krwi krów i aktywności syntazy porfobiligenowej.

## Wnioski

1. U krów utrzymywanych w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym aktywność syntazy porfobiligenowej (ALAD) obniżana jest przez związki ołowiu i cynku, natomiast związki miedzi tę aktywność podnoszą; zależność ta odnosi się tylko do przebadanych stężeń metali i aktywności badanego enzymu we krwi krów.

2. Istnieje możliwość przybliżonej oceny zawartości związków ołowiu w nerce, mięśniach i gruczole mlekowym; związków miedzi w nerce, jajniku i gruczole mlekowym oraz związków cynku w gruczole mlekowym po oznaczeniu aktywności ALAD i wymienionych me-

tali we krwi u krów użytkowanych na tym terenie.

3. Zaproponowana metoda pośredniej oceny zawartości związków Pb, Cu i Zn w nerce, jajniku, gruczole mlekowym i mięśniu (*longissimus dorsi*), została przebadana na krowach będących pod wpływem skażeń emitowanych przez hutę miedzi i dotyczy określonego zakresu stężeń tych związków i aktywności badanego enzymu we krwi krów.

## Piśmiennictwo

1. Albahary C.: Am. J. Med. 52, 367, 1972.
2. Bonsigniore D., Calissano P., Certesegna C.: Medna Lav. 56, 199, 1965.
3. Cheh A., Nilands J. B.: Biochem. biophys. Res. Comm. 55, 1060, 1973.
4. Fabiszewski J., Brej T.: Mat. I Kraj. Konf. Puławy, 1978, s. 87.
5. Kuliczowski K.: Med. pracy 6, 483, 1980.
6. Lee W. R.: J. Royal Coll. Physic. London 15, 48, 1981.
7. Lynch G. P.: J. Anim. Sci. 42, 410, 1976.
8. Lynch G. P., Jackson E. D., Kiddy C. A., Smith D. F.: J. Dairy Sci. 59, 1490, 1976.
9. Pinta M.: Absorbcyjna spektrofotometria atomowa. Zastosowanie w analizie chemicznej. PWN, Warszawa, 1977.
10. Roels H. A., Buchet J. P., Lauwerys R., Sonnet J.: Br. J. Ind. Med. 32, 181, 1975.
11. Spickett J. T., Bell R. R.: Fd. Cosmet. Tox. 21, 541, 1981.
12. Zmudzki J.: Toksykologia ołowiu u cieląt. Praca hab., Instytut Wet., Puławy, 1986.

Adres autora: doc. dr hab. Jerzy Monkiewicz, ul. Kożuchowska 7, 51-631 Wrocław

**TAYLOR M. A., HUNT K. R., WILSON C. A., BAGGOTT D. G.:** Skuteczność ivermectin w stosunku do nicieni owiec opornych na benzimidazol, (Efficacy of ivermectin against benzimidazole-resistant nematodes of sheep.). Vet. Rec. 127, 302—303, 1990 (12)

W dwóch doświadczeniach przeprowadzonych na 36 jagniątach określono skuteczność ivermectin w doświadczalnym zakażeniu wywołanym przez szczep *Haemonchus contortus* i *Ostertagia circumcincta* oporne na benzimidazol. Jedna grupa owiec otrzymała ivermectin w dawce 200 µg/kg masy ciała, druga grupa oksfendazol w dawce 5 mg/kg masy ciała, zaś trzecia nie leczona stanowiła kontrolę. Leki podano zwierzętom peroralnie. Po 2 tygodniach po leczeniu owce poddano ubojowi. Skuteczność przeciwpasożytnicza ivermectin wahała się od 99 do 100% w stosunku do dwóch szczepów *H. contortus* i 2 szczepów *O. circumcincta* opornych na benzimidazol. Natomiast efektywność oksfendazolu w stosunku do szczepów *H. contortus* wynosiła 78,6% i 83,8%, a w stosunku do *O. circumcincta* 25,6% i 39,8%.