

Ewa Kucharczak*, Andrzej Moryl**

WPLYW ŚRODOWISKA NA ZAWARTOŚĆ ARSENU I GLINU W NARZĄDACH MIĄSZOWYCH ZWIERZĄT ŁOWNYCH

INFLUENCE OF ENVIRONMENT ON CONTENT OF ARSENIC AND ALUMINIUM IN HUNTING ANIMALS PARENCHYMAL ORGANS

Słowa kluczowe: środowisko, zwierzęta łowne, narządy mięsne, arsen, glin.

Key words: environment, hunting animals, parenchymal organs, arsenic, aluminium.

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu środowiska na zawartość arsenu i glinu w tkankach saren, dzików i zajęcy, pochodzących z różnych pod względem zanieczyszczenia rejonów Polski (aglomeracji miejskich, rejonów przemysłowych i rolniczych). Do badań pobierano próbki wątroby i nerek, które mineralizowano na sucho w piecu muflowym w temperaturze 450°C. Metale oznaczano bezpośrednio w mineralizacie metodą ICP-AES, na spektrofotometrze firmy Varian. Przeprowadzone badania wykazały, że problem zanieczyszczenia arsenem i glinem dotyczy głównie rejonów przemysłowych, a w mniejszym stopniu okolic aglomeracji miejskich. Świadczą o tym podwyższone zawartości arsenu w nerkach dzików i saren oraz glinu w obydwu narządach mięsnych u dzików i saren bytujących w rejonie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego.

Niepokojąco wysokie ilości arsenu w wątrobie zajęcy oraz nerkach dzików pochodzących z rejonów rolniczych mogą być prawdopodobnie spowodowane obecnością lokalnych, niekontrolowanych źródeł ich emisji do środowiska. W związku z tym konieczne jest prowadzenie badań zawartości tych metali w tkankach zwierząt łownych również w rejonach, gdzie

* *Dr nauk wet. Ewa Kucharczak – Katedra Biochemii, Farmakologii i Toksykologii, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Norwida 31, 50-375 Wrocław; tel.: 71 320 54 31; e-mail: ewa.kucharczak@up.wroc.pl*

** *Dr Andrzej Moryl – Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław; tel.: 71 320 55 48; e-mail: andrzej.moryl@up.wroc.pl*

nie istnieje wpływ dużych zakładów przemysłowych (przemysł wydobywczy, spalanie węgla), w znacznym stopniu zmuszonych do stosowania ekologicznie bezpiecznych technologii, zapewniających czystość środowiska.

Summary

The purpose of the study was to determine the influence of the environment on concentration of arsenic and aluminium in tissues of roe deer, wild boars and brown hares coming from different in consideration of contamination regions of Poland (urban, industrial and agricultural areas). Liver's and kidneys' samples were taken and mineralized dry in a muffle furnace at 450°C. Metals were determined directly in mineralizate by the ICP-AES method on the Varian spectrophotometer. Carried out studies proved that the problem of contamination by aluminium and arsenic concerns especially industrial areas, and in a small degree urban areas. Increased levels of arsenic in kidneys of wild boars and roe deer, as well as aluminium in both parenchymal organs of wild boars and roe deer living in LGOM region, show about that. Disturbing high levels of arsenic in livers of brown hares and kidneys of wild boars coming from agricultural areas could be probably caused by existence of local, out of control source of their emission into environment. In connection with that it is necessary to conduct studies of metals' contents in tissues of hunting animals also in areas, where there is no influence of large industrial plants (extractive industry, burning of carbon), to a significant degree forced to apply ecologically safe technologies, assured clarity of the environment.

1. WPROWADZENIE

Prace prowadzone przez wielu autorów dowodzą, że u zwierząt żyjących w naturalnym ekosystemie zawartości w narządach wielu ksenobiotyków, w tym metali ciężkich, są o wiele większe niż stwierdzone w narządach zwierząt hodowlanych [Kramarowa i in. 2005, Krupa 1997, Michalska i in. 1992, Włostowski i in. 2006]. Spowodowane jest to przede wszystkim ściślejszym powiązaniem zwierząt żyjących w środowiskach naturalnych z układami geochemicznymi tego środowiska, w związku z czym narażenie na działanie niekorzystnych czynników zachodzi zarówno poprzez system łańcucha pokarmowego, jak i poprzez emisję pyłów, gazów i spalin samochodowych. Ponadto leśne środowisko bytowania, którego gleby cechuje o wiele większe zakwaszenie naturalne, powodować może zwiększenie mobilności wielu metali i kumulację dawek subtoksycznych, m.in. w narządach mięsnych tych zwierząt. Działanie czynników pochodzenia antropogenicznego, dodatkowo zakwaszających gleby, przyczynia się do spotęgowania tego procesu. Do terenów o znacznej degradacji środowiska naturalnego należy m.in. obszar Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM) oraz rejon zgorzelecko-bogatyński. Dymy i pyły przemysłowe emitowane przez zlokalizowane na tych terenach kopalnie, huty oraz elektrownie, jak również spaliny z samochodów, pyły pochodzące ze zbiorników poflotacyjnych

i dymy z elektrociepłowni, niewątpliwie przyczyniają się do znacznego zanieczyszczenia tych rejonów. Mimo prowadzonej przez duże zakłady przemysłowe (Kopalnia i Elektrownia „Turów”, Huta Miedzi „Głogów”) zdecydowanej polityki proekologicznej, województwo dolnośląskie nadal znajduje się w „czołówce” kraju pod względem emisji zanieczyszczeń do powietrza. I tak, działalność Elektrowni „Turów” stawia powiat zgorzelecki na pierwszym miejscu w regionie dolnośląskim pod względem emisji zanieczyszczeń gazowych (62,9% zanieczyszczeń emitowanych do powietrza w całym województwie, w tym SO_2 – 59%, tlenków azotu – 63%, a zanieczyszczeń pyłowych – 45%) [Raport... 2010]. Również w pobliżu aglomeracji miejskich są obserwowane zwiększone emisje wielu ksenobiotyków, co związane jest głównie ze spalaniem paliw płynnych i stałych, a dodatkowym, istotnym źródłem metali ciężkich mogą być składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych [Łoźna i in. 2008, Węglarzy 2007].

Ponieważ narządy mięsne pozyskane od zwierząt łownych są jednym z surowców do produkcji wyrobów z dziczyzny, do pełnej oceny tej żywności pochodzenia zwierzęcego konieczne jest również przeprowadzenie badań dotyczących zawartości metali. Istotny wpływ na ich zawartość ma niewątpliwie miejsce bytowania zwierząt łownych, o wiele ściślej powiązanych ze środowiskiem niż zwierzęta hodowlane [Hoydal i in. 2005, Pełczyńska 1995, Żmudzki 2008].

Celem pracy była ocena wpływu środowiska, zróżnicowanego pod względem emisji zanieczyszczeń, na zawartość arsenu i glinu w narządach mięsnych zwierząt łownych – saren, dzików oraz zajęcy i na tej podstawie próba odpowiedzi, czy dany gatunek zwierząt może być wykorzystany jako indykator skażenia środowiska metalami.

2. METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły próbki wątroby i nerek pochodzące od zwierząt łownych (saren, dzików i zajęcy), pobrane przez Inspekcję Weterynaryjną bezpośrednio w punktach skupu dziczyzny. Obejmowały one obwody łowieckie zlokalizowane w rejonach przemysłowych (A) – Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym (LGOM) oraz rejonie Elektrowni i Kopalni „Turów”; w rejonach aglomeracji miejskich (B) – okolice Wrocławia, Krakowa, Kielc oraz w rejonach rolniczych (C) – miejscowość Łęczyca w województwie łódzkim i Piaseczno w województwie dolnośląskim.

Łącznie badaniom na zawartość metali poddano materiał pobrany od 40 saren w wieku około 3 lat, 20 dzików w wieku około 2 lat (15 sztuk loszek i 5 sztuk odyńców) oraz 36 sztuk zajęcy (24 samice i 12 samców).

Próbki narządów mięsnych o masie 5–10 gramów poddano po homogenizacji mineralizacji na sucho w piecu muflowym w temperaturze 450°C przez 24 godziny. W uzyskanym mineralizacie oznaczano – metodą ICP-AES na aparacie firmy Varian model 220–zawartość arsenu i glinu.

Stosowane procedury analityczne są na bieżąco sprawdzane w badaniach wewnątrzlaboratoryjnych i międzylaboratoryjnych, z użyciem próbek kontrolnych wzmocnionych metalami o zróżnicowanych stężeniach, a także certyfikowanych materiałów referencyjnych (NIST-Standard Reference Material-firmy Merck). Uzyskane wyniki wyrażono w mg/kg świeżej masy tkanki, obliczając średnią arytmetyczną (\bar{x}) i odchylenie standardowe (SD).

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Arsen zaliczany jest do metali typowo toksycznych. Na wzrost jego koncentracji w środowisku naturalnym duży wpływ ma działanie czynników pochodzenia antropogenicznego związanych z przemysłem metalurgicznym lub górnictwem metali nieżelaznych oraz spalanie węgla. W pobliżu aglomeracji miejskich i podmiejskich główną przyczyną wzrostu zawartości arsenu było wieloletnie stosowanie wycofanych już pestycydów arsenowych. Toksyczność tego metalu wynika z jego powinowactwa do enzymów z grupą sulfhydrylową, zaburzającego metabolizm tłuszczów i węglowodanów. Szczególnie niebezpieczne jest działanie kancerogenne i teratogenne subtoksycznych dawek tego metalu. Jego obecność w środowisku ludzi i zwierząt jest nie tylko problemem ekologicznym, ale przede wszystkim zdrowotnym [Łoźna 2008, Węglarzy 2007].

Normatywna zawartość arsenu w wątrobie i nerkach zwierząt wynosi 0,5 mg/kg [Rozporządzenie... 2003, Rozporządzenie... 2006]. Wyniki uzyskane w badaniach własnych nie wykazały w żadnym wypadku przekroczenia zawartości normatywnej. Najwyższy poziom tego metalu stwierdzono w wątrobie dzików i saren (okolice Wrocławia) oraz zajęcy (Łęczyca), a także w nerkach zajęcy z okolic Krakowa i dzików z rejonu Piaseczna (tab. 1 i 2). Stwierdzone podwyższone poziomy arsenu również u zwierząt z rejonów rolniczych są prawdopodobnie związane z obecnością lokalnych, niekontrolowanych źródeł jego emisji do środowiska.

Tabela 1. Średnia zawartość arsenu w narządach mięsnych (średnia \pm odchylenie standardowe) w mg·kg⁻¹ m.m.

Table 1. The average content of arsenic in parenchymal organs (mean \pm standard deviation) in mg·kg⁻¹ w.w.

Rejon badań	Dziki n = 20		Sarny n = 40		
	wątroba	nerki	wątroba	nerki	
A	Bogatynia	0,033 \pm 0,02	0,026 \pm 0,01	0,012 \pm 0,001	0,013 \pm 0,003
	LGOM	0,033 \pm 0,015	0,038 \pm 0,01	0,030 \pm 0,01	0,039 \pm 0,023
B	Wrocław	0,034 \pm 0,02	0,032 \pm 0,02	0,059 \pm 0,02	0,038 \pm 0,01
C	Piaseczno	0,028 \pm 0,015	0,056 \pm 0,01	0,014 \pm 0,005	0,013 \pm 0,003

Objaśnienia: A – rejon przemysłowe, B – rejon aglomeracji miejskich, C – rejon rolnicze.

Tabela 2. Średnia zawartość metali w narządach mięsnych zajęcy (średnia ± odchylenie standardowe, n=36) w mg·kg⁻¹ m.m.

Table 2. The average metals' content in parenchymal organs of brown hares (mean ± standard deviation, n=36) in mg·kg⁻¹ w.w.

Rejony badań		Arsen		Glin	
		Wątroba	Nerki	Wątroba	Nerki
B	Wrocław	0,024± 0,01	0,059± 0,01	1,58± 0,62	0,71± 0,21
	Kraków	0,016± 0,007	0,078± 0,07	1,58± 0,62	3,60± 1,50
	Kielce	0,01± 0,004	0,021± 0,003	2,86± 0,29	3,15± 0,43
C	Łęczycza	0,047± 0,007	0,044± 0,005	1,06± 0,53	1,59± 0,73

Objaśnienia: jak w tabeli 1.

Analiza wpływu środowiska na zawartość arsenu prowadzona przez innych autorów wykazała zwiększone jego poziomy u zwierząt hodowlanych pochodzących z okręgów przemysłowych [Krupa 1997, Monkiewicz 1988, Monkiewicz 1994].

Znacznie większą niż w Polsce koncentrację arsenu w nerkach saren zaobserwowano na terenie Słowenii i Słowacji [Piskorova i in. 2003, Pokorny 2002]. Średnie ilości tego metalu u zwierząt pozyskanych z rejonów oddziaływania przemysłu metalurgicznego i elektrotechnicznego wynosiły 0,23 mg/kg, a dla porównania u zwierząt z rejonu rolniczo-przemysłowego – 0,20 mg/kg i typowo rolniczego – 0,14 mg/kg. Cytowani autorzy zauważyli również wysokie stężenie arsenu w nerkach saren pochodzących z rejonu Parku Narodowego, tj. 0,20 mg/kg [Pokorny 2002].

W ciągu ostatnich kilku lat istotnie zmienił się pogląd na rolę glinu w prawidłowym funkcjonowaniu zwierząt i ludzi, a opublikowane prace dotyczyły przede wszystkim etiopatogenezy zaburzeń neurologicznych, wpływu na procesy biochemiczne i molekularne oraz układ kostny i krwiotwórczy [Gromysz-Kałkowska i in. 1999, Langauer-Lewowicka 2005]. Nierozpuszczalne związki glinu dostają się do organizmów drogą erogenną. Wchłaniają się bardzo powoli, będąc toksyczne tylko dla płuc, zaś przyjęte drogą doustną wykazują szczególnie powinowactwo do tkanki łącznej.

Z danych zawartych w tabeli 3 wynika, że najwyższe stężenie glinu stwierdzono w narządach mięsnych dzików oraz w nerkach saren pochodzących z rejonu legnicko-głogowskiego. Stosunkowo wysokie poziomy tego metalu zaobserwowano także w nerkach zajęcy bytujących w okolicach Krakowa (tab. 2). Z pewnością jest to związane z intensywnym uwalnianiem z gleb kwaśnych, a dodatkowe działanie czynników antropogenicznych obniżających pH gleby – nawozów sztucznych oraz kwaśnych deszczy potęguje ten proces [Węglarzy 2007]. Jest to problem szczególnie widoczny w rejonach narażonych na oddziaływanie kwaśnych opadów. Należy do nich właśnie rejon legnicko-głogowski oraz okolice Krakowa, czego przyczynami są: nadmierna emisja dymów i pyłów przemysłowych, jak również spaliny samochodów i pyły pochodzące ze zbiorników poflotacyjnych.

Tabela 3. Średnia zawartość glinu w narządach mięszowych dzików i saren (średnia \pm odchylenie standardowe) w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ m.m.**Table 3.** The average content of aluminium in parenchymal organs (mean \pm standard deviation) in $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w.w.

Rejon badań		Dziki n = 20		Sarny n = 40	
		wątroba	nerki	wątroba	nerki
A	Bogatynia	0,83 \pm 0,22	1,19 \pm 0,63	0,59 \pm 0,32	0,77 \pm 0,12
	LGOM	6,88 \pm 4,09	6,71 \pm 3,70	2,20 \pm 0,84	4,51 \pm 0,41
B	Wrocław	3,20 \pm 2,40	3,10 \pm 1,28	1,21 \pm 0,73	1,98 \pm 0,96
C	Piaseczno	1,01 \pm 0,29	1,44 \pm 0,72	0,41 \pm 0,15	0,96 \pm 0,29

Objaśnienia: jak w tabeli 1.

Ponieważ dużą zdolność kumulacji tego metalu mają rośliny nieprzetworzone, dlatego są one istotnym źródłem glinu, zwłaszcza dla zwierząt łownych. Dotychczas nie opracowano norm zawartości tego metalu w produktach pochodzenia zwierzęcego. Według niektórych autorów dopuszczalny maksymalny limit zawartości glinu w tkance mięśniowej wynosi 10 mg/kg , a w większości badań produktów zwierzęcych wartości te nie przekraczają 6 mg/kg [Gromysz-Kałkowska i in. 1999]. Dlatego też konieczna jest wnikliwa kontrola ilości tego pierwiastka w tkankach zwierząt łownych, zwłaszcza pochodzących z rejonów o zwiększonej emisji ksenobiotyków, przyczyniającej się do nadmiernego uwalniania glinu ze środowiska naturalnego. W konsekwencji bowiem dochodzić może do nadmiernej koncentracji tego metalu w tkankach zwierząt łownych, a produkty pochodzące od nich stają się kolejnym, dodatkowym źródłem glinu również dla człowieka.

4. POSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wskazały przede wszystkim na celowość wyboru zwierząt łownych jako bioindykatorów skażenia środowiska arsenem i glinem. Potwierdzeniem tego są zaobserwowane wyższe stężenia analizowanych pierwiastków w tkankach tych zwierząt niż w tkankach zwierząt hodowlanych pochodzących z podobnych rejonów badawczych.

Uzyskane wyniki badań świadczą o wpływie zanieczyszczonego środowiska miejskiego i przemysłowego. Wskazały również na konieczność prowadzenia badań zawartości tych metali w tkankach zwierząt łownych w rejonach, gdzie nie istnieje wpływ dużych zakładów przemysłowych (przemysł wydobywczy, spalanie węgla), w znacznym stopniu zmuszonych do stosowania ekologicznie bezpiecznych technologii, zapewniających czystość środowiska.

PIŚMIENNICTWO I AKTY PRAWNE

- GROMYSZ-KAŁKOWSKA K., SZUBARTOWSKA E. 1999. Glin, występowanie w przyrodzie oraz wpływ na organizmy roślin, zwierząt i człowieka. Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- HOYDAL K., DAM M. 2005. AMAP Faroe Islands heavy metals and POPs Core programme 2004. Food Vet. Environ. Agency, Faroe Islands. Raport 2, Torshavn.
- KRAMAROWA M., MASSANYI P., JANCOVA A., TOMAN R., SLAMECKA J., TATARUCH F., KOVACIK J., GASPARIK J., NAD P., SKALICKA M., KORENEKOVA B., JURCIK R., CUBON J., HASICIK P. 2005. Concentration of cadmium in the liver and kidneys of some wild and farm animals. Bull. Vet. Inst. Pulawy, 49: 465–469.
- KRUPA J. 1997. Badania bioakumulacji metali ciężkich w mięśniach i narządach wewnętrznych zwierząt gospodarskich z południowo-wschodniego makroregionu Polski. Praca dokt., AR Kraków.
- LANGAUER-LEWOWICKA H. 2005. Glin – zagrożenia środowiskowe. Medycyna Środ. 8: 59–64.
- ŁOŻNA K., BIERNAT J. 2008. Występowanie arsenu w środowisku i w żywności. Roczn. PZH. 59: 19–31.
- MICHALSKA K., ŻMUDZKI J. 1992. Zawartość metali w tkankach dzików, saren i jeleni w regionie wielkopolskim. Medycyna Wet. 4: 160–162.
- MONKIEWICZ J. 1988. Analiza skutków oddziaływania legnicko-głogowskiego okręgu miedziowego na organizm i użytkowość krów. Praca hab. Wydział Zootechniczny Akademii Rolniczej, Wrocław.
- MONKIEWICZ J., GERINGER H., NICPOŃ J. 1994. Wpływ specyficznych zagrożeń środowiskowych na krowy użytkowane w Okręgu Miedziowym. Medycyna Wet. 50: 162–166.
- PEŁCZYŃSKA E. 1995. Zwierzęta łowne w Polsce i ich ocena sanitarno-weterynaryjna. Medycyna Wet. 51: 23–26.
- PISKOROVA L., VASILKOVA Z., KRUPICER I. 2003. Heavy metal residues in tissues of wild boar (*Sus Scrofa*) and red fox (*Vulpes vulpes*) in the Central Zemplin region of the Slovak Republic. Czech. J. Anim. Sci. 48: 134–138.
- POKORNY B. 2002. Roe deer *Capreolus capreolus* as an accumulative bioindicator of heavy metals in Slovenia. Web. Ecology. 1: 54–62.
- Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2010 roku.** 2010. Inspekcja Ochrony Środowiska. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu, Wrocław.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 roku w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności** (Dz.U. 2003. Nr 37, poz.326; zał.1).

Rozporządzenie Komisji 2006/1881/WE z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Dz.U.2006, L. 364, 5–24).

WĘGLARZY K. 2007. Metale ciężkie – źródła zanieczyszczeń i wpływ na środowisko. *Wiad. Zootech.* 45(3): 31–38.

WŁOSTOWSKI T., BONDA E., KRASOWSKA A. 2006. Free-ranging European bisons accumulate more cadmium in the liver and kidneys than domestic cattle in north-eastern Poland. *Sci. Total Environm.* 1–3: 295–300.

ŻMUDZKI J. 2008. Kontrola pozostałości chemicznych w tkankach zwierząt i żywności – ważny element w ochronie zdrowia publicznego. *Post.Nauk Roln.* 2: 49–59.