

## Koncentracja ołowiu w tkance mięśniowej dzików (*Sus scrofa*) w wybranych województwach w Polsce

Michalina Zowczak, Grażyna Niedziałek, Roman Miler, Ewa Salamończyk

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach,  
Wydział Przyrodniczy, Katedra Hodowli Bydła i Oceny Mleka,  
ul. Bolesława Prusa 14, 08-110 Siedlce; e-mail: michalina.zowczak@gmail.com

Celem pracy była ocena stopnia bioakumulacji ołowiu w tkance mięśniowej dzików pozyskanych w Polsce, w sześciu wybranych województwach. Obecność zanieczyszczeń chemicznych jest jednym z kryteriów oceny bezpieczeństwa produktów przeznaczonych do konsumpcji. Materiał doświadczalny stanowiły próby pobrane w sezonie 2013/2014 od dzików będących w szczyście kondycyjnym. Zwierzęta odstrzelono w sześciu województwach: dolnośląskim, lubuskim, kujawsko-pomorskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim oraz zachodniopomorskim. Przeprowadzona analiza pozwoliła stwierdzić, że dopuszczalne stężenie ołowiu zostało przekroczone tylko w pięciu przypadkach, co stanowi około 4,5% liczby prób. Przekroczenia miały miejsce w województwie wielkopolskim (1 próba), zachodniopomorskim (2 próby) oraz kujawsko-pomorskim (2 próby).

**SŁOWA KLUCZOWE:** *Sus scrofa* / ołów / mięso / zawartość

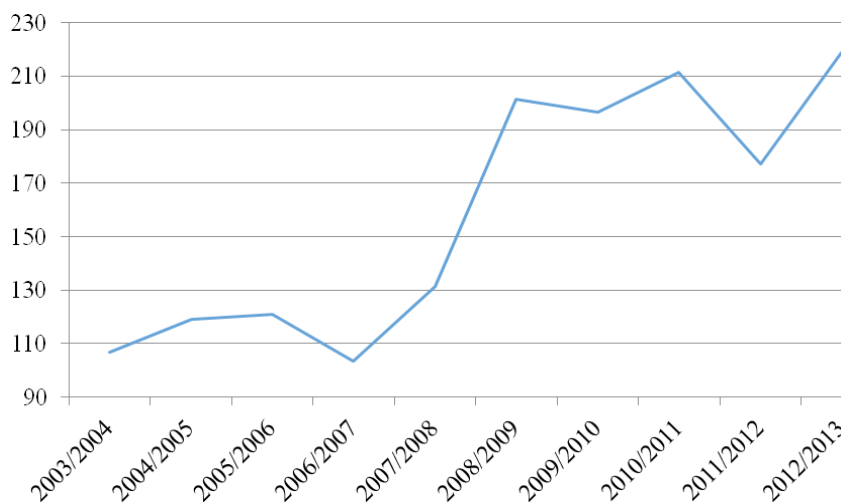
Substancje szkodliwe, które trafiają do środowiska dzięki działalności człowieka, to m.in. pozostałości pestycydów, metale ciężkie i ich związki. Ołów, kumulując się w tkankach kolejnych ogniw łańcucha troficznego, powoduje, że poszczególne części tuszy nie nadają się do bezpośredniej konsumpcji przez ludzi i zwierzęta. Do głównych działalności generujących kumulację ołowiu i jego toksycznych związków należą: przemysł hutniczy, energetyczny, wydobywczy, transport oraz rolnictwo [13]. Przedostawanie się metali ciężkich, w tym ołowiu, do organizmów żywych odbywa się za pośrednictwem powietrza, gleby i wody [4]. Istotnym źródłem gromadzenia się metali ciężkich, w tym ołowiu, jest transport. Niektóre substancje toksyczne zawierające metale ciężkie, kumulujące się przy drogach, mogą być przenoszone na krótkich dystansach przez powietrze, jednak zdecydowana ich większość jest niesiona wraz z opadami atmosferycznymi zmywającymi i przesączającymi się przez nawierzchnię [3]. Bardzo ważnym źródłem zanieczyszczeń metalami ciężkimi są odpady komunalne. Wysypiska śmieci uwalniają do środowiska m.in. gazy oraz odcieki składowiskowe [11].

Regularne spożywanie pasz i żywności zawierającej podwyższony poziom ołowiu i innych metali ciężkich może ujawnić się dopiero po wielu latach, gdyż pierwiastki te ku-

mulują się w organizmie i mogą utrzymywać się w narządach przez całe życie [4, 14, 16]. Ołów odznacza się najwyższym współczynnikiem kumulacji, wynoszącym od 10 do nawet 600% [1]. Narządami, które pełnią rolę filtrów dla metali ciężkich są przede wszystkim nerki, wątroba i kości. Ołów w znacznie mniejszym stopniu odkłada się w mięśniach, aczkolwiek zależy to od intensywności ekspozycji na źródła metali [16]. U zwierząt żywnych zanieczyszczonymi paszami, ołów odkłada się głównie w szkielecie (w żebrach), wątrobie, nerkach oraz sierści. W wątrobie stężenie ołowiu może być 5-krotnie większe, a w nerkach nawet 8-krotnie większe niż w mięśniach [13, 16].

Rosnące uprzemysłowienie, dynamiczny rozwój transportu samochodowego i ciągły wzrost liczby samochodów stały się ogromnym zagrożeniem dla zwierząt dziko żyjących nie tylko ze względu na kolizje drogowe i ograniczenia migracyjne, spowodowane rozbudową infrastruktury, ale również ze względu na zanieczyszczenia, jakie emitują samochody. Dlatego też zwierzęta dziko żyjące mogą mieć w swoich tkankach znacznie wyższą zawartość metali ciężkich, w tym ołowiu, aniżeli zwierzęta rzeźnie. Dotyczy to jednak głównie tych zwierząt, które bytują w regionach o wysokiej emisji metali ciężkich do środowiska. Wysoka koncentracja ołowiu jest również związana ze stosowaniem ołowiowej amunicji. Stężenie ołowiu w mięśniach pobranych z okolic rany postrzałowej może dochodzić nawet do kilkuset miligramów w 1 kg, podczas gdy partie tuszy znajdujące się w większej odległości od rany wykazywały stężenia na znacznie niższym poziomie – dziesiętnych części miligrama w 1 kg [2, 12].

W ostatniej dekadzie obserwuje się w Polsce zwiększenie pozyskania zwierzyny łownej, przede wszystkim dzika. Różnica rocznego pozyskania jest wyraźnie widoczna, w sezonie łowieckim 2003/2004 pozyskano 106,8 tys. osobników, natomiast w sezonie 2012/2013 ponad dwukrotnie więcej – 218,9 tys. osobników (rys.).



Rys. Pozyskanie dzików (tys. osobników) na podstawie danych z rocznych planów łowieckich [15]  
Fig. Harvesting of boars (in thousands of individuals) based on data from annual hunting plans [15]

Celem badań była ocena stopnia bioakumulacji ołowiu w tkance mięśniowej dzików pozyskanych w Polsce, w sześciu wybranych województwach, z uwzględnieniem płci oraz masy tuszy zwierząt. Zwierzyna w lasach może służyć jako bioindykator przy ocenie stopnia skażenia środowiska, a obecność metali ciężkich w mięsie zwierząt dzikich jest jednym z kryteriów oceny przydatności do spożycia.

### Material i metody

Materiał doświadczalny stanowiły próby pobrane w sezonie 2013/2014 od dzików będących w szczycie kondycyjnym. Zwierzęta odstrzelono w sześciu województwach: dolnośląskim (16 szt.), lubuskim (14 szt.), kujawsko-pomorskim (21 szt.), warmińsko-mazurskim (20 szt.), wielkopolskim (20 szt.) oraz zachodniopomorskim (20 szt.). Próby pobierano z tusz przyjętych do zakładu przetwórstwa dziczyzny, uwzględniając minimum 30-centymetrową odległość od ran postrzałowych. Mięso poddawano mrożeniu w temperaturze  $-18^{\circ}\text{C}$  przez okres około 4 tygodni. Wszystkie próby (łącznie 111 szt.) pobierano z mięśni goleni przedniej dzików. Zostały one usystematyzowane pod względem:

- pochodzenia (sześć województw);
- masy tuszy (przedziały wagowe: do 20 kg, 20-40 kg, 40-60 kg, powyżej 60 kg);
- płci/wieku (osobniki młode – warchlaki, osobniki dorosłe – lochy i odyńce).

Zawartość ołowiu oznaczono techniką atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej. Mineralizację przygotowanych prób przeprowadzono pod zwiększonym ciśnieniem w piecu mikrofalowym MARS 5 Xpress firmy CEM. Zawartość Pb oznaczono w piecu grafitowym z korekcją tła Zeemana (w atmosferze argonu), spektrometrem AA 240Z Varian. Równolegle z analizowanymi próbkami badano certyfikowany materiał odniesienia i próby ślepe. Analizę wykonano metodą PN-EN 14084 [5].

Uzyskane stężenia ołowiu porównano z maksymalnymi dopuszczalnymi poziomami niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Dla mięs, z wyłączeniem podrobów, najwyższy dopuszczalny poziom ołowiu wynosi  $0,10\text{ mg/kg}$ , według Rozporządzenia Komisji (WE) nr 1881/2006 [6]. Przy pomocy programu komputerowego (SAS Institute Inc. 2012. SAS/STAT 9.3 Users Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.) wyliczono średnie arytmetyczne, odchylenia standardowe, wartości minimalne i maksymalne. Istotność różnic między średnimi weryfikowano przy wykorzystaniu testu Duncana.

### Wyniki i dyskusja

Badania wykazały, że najwyższe średnie zawartości ołowiu w mięśniach dzików stwierdzono w województwie zachodniopomorskim ( $0,072\text{ mg/kg}$ ), a najniższe w województwie lubuskim ( $0,015\text{ mg/kg}$ ). Przeprowadzona analiza pozwoliła stwierdzić, że dopuszczalne stężenie ołowiu zostało przekroczone tylko w pięciu przypadkach, co stanowi około 4,5% prób. Przekroczenia miały miejsce w województwie wielkopolskim (1 próba), zachodniopomorskim (2 próby) oraz kujawsko-pomorskim (2 próby). Stężenie ołowiu w pozostałych próbach oscylowało na niskim poziomie i nie budziło zastrzeżeń higieniczno-toksykologicznych (tab. 1.).

**Tabela 1 – Table 1**

Zawartość ołowiu w tkance mięśniowej badanych dzików (mg/kg świeżej masy)

Lead content in the muscle tissue of wild boars (mg/kg wet weight)

Województwo Voivodeship	Liczba prób Number of samples	Średnia Mean	Zakres Range	Odchylenie standardowe Standard deviation
Dolnośląskie Lower Silesian	16	0,0168 <sup>b</sup>	0,0029-0,0623	0,0154
Lubuskie Lubusz	14	0,0152 <sup>b</sup>	0,0035-0,0393	0,0093
Kujawsko-pomorskie Kuyavian-Pomeranian	21	0,0316	0,0022-0,1346	0,0342
Warmińsko-mazurskie Warmian-Masurian	20	0,0296	0,0042-0,0730	0,0212
Wielkopolskie Greater Poland	20	0,0413	0,0105-0,1523	0,0323
Zachodniopomorskie West Pomeranian	20	0,0722 <sup>a</sup>	0,0133-0,6009	0,1292
Ogółem Total	111	0,0361	0,0022-0,6009	0,0613

Wartości oznaczone literami a, b istotnie różnią się na poziomie  $p < 0,05$   
 Values marked with the letters a and b significantly different at  $p < 0.05$

Analiza zawartości ołowiu w mięśniach dzików o różnej masie tuszy wykazała pewną zależność. Im większa masa tuszy, tym mniejsza koncentracja ołowiu w tkance mięśniowej. Największe stężenie tego pierwiastka stwierdzono u dzików o masie tuszy do 20 kg (0,0735 mg/kg), a najmniejsze u dzików o masie tuszy powyżej 60 kg (0,0267 mg/kg) – tabela 2.

Również wśród dzików o różnej masie tuszy pozyskanych w poszczególnych województwach wystąpiły różnice stężenia ołowiu w mięśniach. Największe średnie stężenie tego pierwiastka stwierdzono u zwierząt o masie tuszy nie przekraczającej 20 kg w województwie

**Tabela 2 – Table 2**

Średnia zawartość ołowiu (mg/kg) w tkance mięśniowej dzików o różnej masie tuszy

Mean lead content in the muscle tissue of wild boars with different carcass weight (mg/kg)

Masa tuszy Carcass weight	Liczba prób Number of samples	Średnia Mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	Wartość minimalna Minimum	Wartość maksymalna Maximum
< 20 kg	16	0,0735 <sup>a</sup>	0,1421	0,0082	0,6009
20-40 kg	25	0,0369 <sup>b</sup>	0,0283	0,0022	0,1605
40-60 kg	25	0,0280 <sup>b</sup>	0,0314	0,0035	0,1346
> 60 kg	45	0,0267 <sup>b</sup>	0,0310	0,0029	0,1346
Ogółem Total	111	0,0613	0,0613	0,0022	0,6009

Średnie oznaczone literą b nie różnią się istotnie przy poziomie  $p < 0,05$   
 Means marked with the letter b are not significantly different at  $p < 0.05$

zachodniopomorskim (0,158 mg/kg), a najniższe w województwie lubuskim (0,014 mg/kg). W przedziale wagowym 20-40 kg najbardziej zanieczyszczone ołowiem dziki odstrzelono w województwie zachodniopomorskim (0,063 mg/kg), a najmniej w województwie dolnośląskim (0,014 mg/kg). Pod względem masy tuszy w przedziale 40-60 kg, największe stężenie ołowiu wykazały próby pobrane z mięśni dzików z województwa kujawsko-pomorskiego (0,073 mg/kg), najmniejsze zaś z województwa lubuskiego (0,0080 mg/kg). Uwzględniając masę tuszy powyżej 60 kg, najwyższą koncentrację ołowiu zawierały próby pobrane z tusz dzików pozyskanych w województwie wielkopolskim (0,061 mg/kg).

Porównując stężenie ołowiu w tkance mięśniowej dzików różnej płci, stwierdzono najwyższe średnie stężenie u warchlaków (0,061 mg/kg), najniższe natomiast u odyńców (0,028 mg/kg) – tabela 3. Wśród młodych osobników najwyższe stężenie ołowiu wykazano w próbach pobranych z tusz dzików pozyskanych w województwie zachodniopomorskim (0,158 mg/kg). Należy zwrócić uwagę, że wysoki wynik, który przekracza maksymalną dopuszczalną koncentrację ołowiu, wynoszącą 0,10 mg/kg, może wynikać z niewielkiej masy tuszy młodych zwierząt, a co za tym idzie, mniejszej odległości miejsca pobrania próby od ran postrzałowych. Stężenie ołowiu w tych miejscach charakteryzuje się tak zwaną wartością skokową tego pierwiastka. Dzieje się tak w przypadku użycia naboju ołowianych i nie ma nic wspólnego z rzeczywistym skażeniem środowiska. Najwięcej ołowiu w tkance mięśniowej stwierdzono u dzików, które zostały pozyskane w województwie zachodniopomorskim (0,060 mg/kg), natomiast najmniej – w lubuskim (0,011 mg/kg). Odyńce z województwa wielkopolskiego odznaczały się najwyższą koncentracją ołowiu (0,059 mg/kg), najmniej natomiast tego pierwiastka stwierdzono u odyńców z województwa dolnośląskiego (0,011 mg/kg).

Wykonana analiza wykazała, że mięso dzików w badanych województwach można uznać za bezpieczne. Zgodnie z rozporządzeniami ustalającymi najwyższe dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń w środkach spożywczych, maksymalna zawartość ołowiu w tkance mięśniowej nie może przekraczać 0,10 mg/kg [6, 7, 8]. Przekroczenie dopuszczalnych norm odnotowano tylko w pięciu próbach. W pozostałych próbach zawartość

**Tabela 3 – Table 3**

Średnia zawartość ołowiu (mg/kg) w tkance mięśniowej dzików różnej płci oraz warchlaków

Mean lead content in the muscle tissue of boars of different sexes and of piglets

Wiek/płeć Age/sex	Liczba prób Number of samples	Średnia Mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	Wartość minimalna Minimum	Wartość maksymalna Maximum
Warchlaki Piglets	20	0,0614 <sup>a</sup>	0,1288	0,0082	0,6009
Lochy Adult females	49	0,0335	0,0270	0,0022	0,1605
Odyńce Adult males	42	0,0278 <sup>b</sup>	0,0339	0,0029	0,1523
Ogółem Total	111	0,0613	0,06132	0,0022	0,6009

Wartości oznaczone literami a, b różnią się istotnie na poziomie  $p < 0,05$

Values marked with the letters a and b are significantly different at  $p < 0,05$

ołowiu utrzymywała się na niskim poziomie, nie budząc zastrzeżeń higieniczno-toksykologicznych.

Porównując otrzymane wyniki koncentracji ołowiu w tkance mięśniowej dzików z badaniami kontrolnymi pierwiastków toksycznych w żywności pochodzenia zwierzęcego przeprowadzonymi przez Szkodę i wsp. [9] można stwierdzić, że w tkance mięśniowej analizowanych dzików średnie stężenie ołowiu było ponad siedmiokrotnie niższe od średniego stężenia tego pierwiastka w tkance mięśniowej dzików objętych badaniami kontrolnymi (średnio 0,273 mg/kg). Co ciekawe, badania Szkozy i Żmudzkiego [10] opublikowane 10 lat wcześniej wykazały o wiele wyższą zawartość ołowiu w tkance mięśniowej dzików – 4,342 mg/kg, a rzeczywisty maksymalny limit ołowiu w mięsie został przekroczony w 25% zbadanych prób. Cytowani badacze stwierdzili, że tak wysokie stężenie pierwiastków toksycznych związane jest raczej z zanieczyszczeniami tusz od ran postrzałowych niż z rzeczywistym skażeniem środowiska [10].

Wyniki prezentowanych badań własnych wskazują, że mięso pozyskane z odstrzelonych dzików jest bezpieczne pod względem zanieczyszczeń metalami ciężkimi. Jest to ważne z punktu widzenia konsumentów, dla których przygotowana została w supermarketach oferta mięsa z dzików.

Ubogi zasób aktualnej naukowej literatury z zakresu metali ciężkich w tkance mięśniowej dzików oraz innych zwierząt dziko żyjących nie pozwala na szersze porównanie otrzymanych wyników z innymi badaniami. W przeprowadzonych analizach wykazano, że koncentracja ołowiu w tkance mięśniowej dzików nie przekracza niebezpiecznych norm określających najwyższe dopuszczalne stężenie ołowiu w mięsie. Stężenia te zostały przekroczone jedynie w 4,5% przypadków, podczas gdy reszta wyników nie budziła zastrzeżeń higieniczno-toksykologicznych. Porównując otrzymane wyniki z naukową literaturą z zakresu koncentracji ołowiu w mięśniach i narządach dzików stwierdzono, że stopień skażenia środowiska oraz jakość tusz dzicyzny uległy poprawie na przestrzeni kilku lat [9, 10].

## PIŚMIENNICTWO

1. DUMA P., PAWŁOS M., RUDY M., 2012 – Zawartość metali ciężkich w wybranych produktach spożywczych województwa podkarpackiego. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* XLV, 1, 94-100.
2. DZIERŻYŃSKA-CYBULKO B., FRUZIŃSKI B., 1997 – Dzicyzna jako źródło żywności. Wartość żywieniowa i przetwórcza. PWRiL, Warszawa.
3. FORMAN R.T.T., SPERLING D., BISSONNETTE J., CLEVINGER A.P., CUTSHALL C., DALE V., FAHRIG L., FRANCE R., GOLDMAN C., HEANUE K., JONES J., SWANSON F., TURRENTINE T., WINTER T., 2003 – Road ecology: Science and Solutions. Island Press, Washington, USA.
4. OCIEPA-KUBICKA A., OCIEPA E., 2012 – Toksyczne oddziaływanie metali ciężkich na rośliny, zwierzęta i ludzi. *Inżynieria i Ochrona Środowiska* 15, 2:169-180.
5. PN-EN 14084, 2004 – Artykuły żywnościowe. Oznaczenie pierwiastków śladowych. Oznaczenie ołowiu metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej po mineralizacji mikrofalowej.
6. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Dz.U. UE, L 364/5 z dnia 20.12.2006 r.).

7. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 629/2008 z dnia 2 lipca 2008 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Dz.U. UE, L 173/6 z dnia 30.07.2008 r.).
8. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 420/2011 z dnia 29 kwietnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) NR 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Dz.U. UE, L 111 z dnia 30.04.2011 r.).
9. SZKODA J., NAWROCKA A., KMIĘCIK M., ŻMUDZKI J., 2011 – Badania kontrolne pierwiastków toksycznych w żywności pochodzenia zwierzęcego. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 48, 475-484.
10. SZKODA J., ŻMUDZKI J., 2001 – Pierwiastki toksyczne w tkankach zwierząt łownych (Toxic elements in tissues of game animals). *Medycyna Weterynaryjna* 57, 12, 883-886.
11. SZYMAŃSKI K., 2009 – Związki ołowiu i chromu w środowisku naturalnym i odpadach. *Roczniki Środkowo-Pomorskiego Towarzystwa Naukowego Ochrony Środowiska* 11, 173-182.
12. TROPIŁO J., KISZCZAK L., 2008 – Badanie i ocena sanitarno-weterynaryjna zwierząt łownych i dzicyzny. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa.
13. WĘGLARZY K., 2007 – Metale ciężkie – źródła zanieczyszczeń i wpływ na środowisko. *Wiadomości Zootechniczne* 3, 31-38.
14. ZAWADZKIM., POREĘBAR., GAĆP., 2006 – Mechanizmy i skutki toksycznego oddziaływania ołowiu na układ krążenia. *Medycyna Pracy* 57, 6, 543-549.
15. ZESTAWIENIA DANYCH SPRAWOZDAWCZOŚCI ŁOWIECKIEJ, 2013 – Polski Związek Łowiecki, Warszawa.
16. ŻEBROWSKA-RASZ H., 1992 – Chemiczne skażenia zwierząt i żywności pochodzenia zwierzęcego. Kancelaria Sejmu Biuro Studiów i Ekspertyz. Wydział Analiz Ekonomicznych i społecznych. Informacja nr 47.

Michalina Zowczak, Grażyna Niedziałek, Roman Miler, Ewa Salamończyk

## The concentration of lead in muscle tissue of wild boars (*Sus scrofa*) in selected voivodeships in Poland

### Summary

The aim of the study was to assess the degree of bioaccumulation of lead in the muscle tissue of wild boars harvested in Poland in six selected voivodeships. The presence of chemical contaminants is one of the criteria for assessing the safety of food products for human consumption. The material consisted of samples taken from wild boars in peak condition during the 2013/2014 season. The animals were shot down in six voivodeships: Lower Silesian, Lubusz, Kuyavian-Pomeranian, Warmian-Masurian, Greater Poland and West Pomeranian. The analysis showed that the acceptable concentration of lead was exceeded in only five cases, which was about 4.5% of the samples. Excessive concentrations occurred in the Greater Poland (1 sample), West Pomeranian (2 samples) and Kuyavian-Pomeranian (2 samples) voivodeships.

**KEY WORDS:** *Sus scrofa* / lead/ meat/ concentration