

CZESŁAW ORŁOWSKI

DZIKIE GOŁĘBIE (*COLUMBA LIVIA, FORMA URBANA*) JAKO MEDIUM
MONITORINGOWE DLA OCENY ZANIECZYSZCZENIA KADMEM
OBSZARÓW WIELKOMIEJSKICH

THE FERAL PIGEONS (*COLUMBA LIVIA, FORMA URBANA*) — A BIOMONITOR
FOR CADMIUM POLLUTED URBAN AREAS

Zakład Chemii Toksykologicznej Akademii Medycznej w Łodzi
90-151 Łódź, ul. Muszyńskiego 1

Kierownik: prof. dr. hab. *J.K. Piotrowski*

*Oznaczono poziomy Cd, Zn oraz Cu w nerkach i wątrobie gołębi złowionych
na terenie Łodzi oraz Krakowa.*

WSTĘP

Kadm należy do najgroźniejszych zanieczyszczeń środowiskowych. Ocenę zanieczyszczenia środowiska prowadzi się na podstawie poziomów w różnych jego elementach (powietrze, woda, gleba) lub w oparciu o monitoring biologiczny próbek pochodzących od zwierząt i ludzi. Mierzone poziomy kadmu odzwierciedlają skażenie ww. komponentów środowiska, można je ponadto bezpośrednio odnieść do wartości referencyjnych oraz oszacować potencjalne skutki zdrowotne.

Dla monitoringu metali ciężkich wykorzystuje się wiele gatunków ssaków oraz ptaków, a także bezkręgowców [9, 15]. Gołębie są stosunkowo często wykorzystywane dla monitoringu ołowiu [3, 5-7, 10], nieliczne prace dotyczą monitoringu kadmu u tego gatunku [5].

Ponieważ resztki pożywienia ludzi stanowią istotny składnik pożywienia gołębi, odzwierciedlają one w pewnym stopniu narażenie populacji ludzkiej. Dla oceny stanu środowiska, w stosunku do monitoringu tkankowego kadmu u ludzi (post mortem), brak interferencji związanych z nałogiem palenia, migracją oraz ewentualną ekspozycją zawodową.

Celem pracy było zbadanie przydatności dzikich gołębi dla monitoringu kadmu oraz określenie zgodności otrzymanych wyników z danymi uzyskanymi u ludzi dla tych samych obszarów [2, 12]. Badane regiony (łódzki oraz krakowski) znajdują się na liście obszarów ekologicznego zagrożenia [4].

MATERIAŁ I METODYKA

Badaniom poddano 23 dorosłe gołębie (14 z Łodzi, 9 z Krakowa), złowione w okresie luty - marzec w centrum miast. Ptaki zabijano przez dekapitację, następnie izolowano nerki i wątrobę, w których oznaczano poziomy kadmu, cynku oraz miedzi metodą płomieniowej spektro-

metrii absorpcji atomowej (AAS) (Pye Unicam SP – 192) po mineralizacji na mokro (stęż. HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 , Merck, Suprapure) [1]. Dla korekcji tła wykorzystano lampę deuterową. Poziomy metalotioneiny (MT) w wątrobie 5 gołębi oznaczano radiochemicznie (^{203}Hg) wg *Żelazowskiego i Piotrowskiego* [16]

W okresie badawczym prowadzono międzylaboratoryjną kontrolę jakości oznaczeń kadmu oraz wewnątrzlaboratoryjną kontrolę oznaczeń Cd, Zn, i Cu jak to opisano wcześniej [12]. Średni błąd oznaczeń wynosił 8,0, 10,9 oraz 3,7 % odpowiednio dla Cd, Zn i Cu.

Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu SYSTAT 5.30 (SYSTAT Inc., USA) [14]. Różnice statystyczne między grupami liczono testem *t* – *Studenta* po zbadaniu jednorodności wariancji testem Bartleta. Korelacje między parametrami obliczano testem *Pearsona*.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Uzyskane poziomy metali ($\mu\text{g/g}$ mokrej tkanki w nerkach i wątrobie gołębi przedstawiono w tabeli I. Nerki odgrywają główną rolę w kumulacji kadmu i podobnie jak u ludzi [2, 12] obserwuje się szeroki zakres stężeń kadmu w nerkach. Stwierdzono wysoką, statystycznie istotną korelację między poziomami Cd w nerkach i wątrobie ($r=0,88$; $p<0,001$).

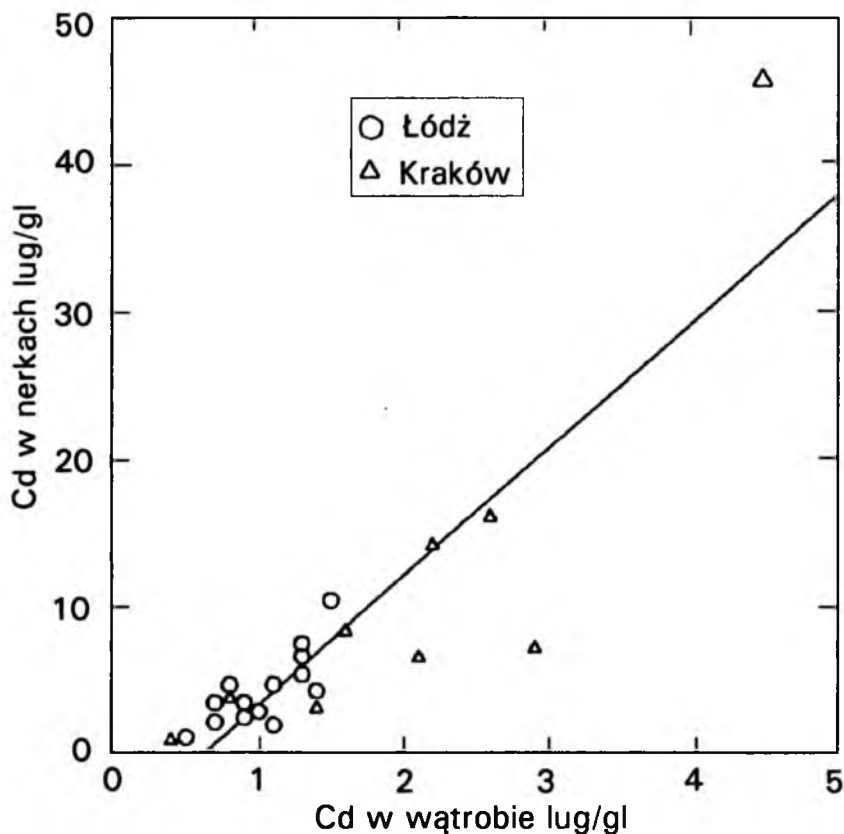
Stosunek stężeń Cd nerki/wątroba (5:1) jest niższy od obserwowanego u ludzi (10:1). Należy jednak zaznaczyć, że u ludzi kadm oznaczano w korze nerek, gdzie stężenie jest o ok. 25% wyższe od średniego dla całej nerki [11, 13].

Zarówno w nerkach jak i w wątrobie wyższe poziomy kadmu stwierdzono u gołębi pochodzących z Krakowa, przy czym tylko dla wątroby różnica ta okazała się statystycznie istotna ($p<0,01$), (ryc. 2). Dla nerek analogiczna różnica występuje dla poziomu istotności $p<0,06$. Poziomy kadmu w korze nerek uzyskane wcześniej dla ludzi (osoby niepalące) [2, 12] wskazują także na nieco wyższe narażenie mieszkańców

Tabela I. Poziomy metali ($\mu\text{g/g}$ mokrej tkanki) w tkankach gołębi z Łodzi i Krakowa
The levels of metals ($\mu\text{g/g}$ w.w) in tissues of pigeons from Lodz and Cracow

	Nerki			Wątroba		
	Cd	Zn	Cu	Cd	Zn	Cu
Łódź (n=14)						
Min.	1,1	23,0	3,1	0,5	29,9	3,8
Max.	10,4	65,0	9,8	1,5	106,6	6,8
\bar{x}	4,4	40,4	5,1	1,0*	54,1	5,0
SD	2,5	12,0	1,7	0,3	23,8	0,9
Mediana	3,9	39,3	5,2	1,1	46,6	4,8
Kraków (n=9)						
Min.	0,9	29,2	4,6	0,4	35,1	3,9
Max.	45,6	63,7	6,5	4,5	59,8	6,6
\bar{x}	11,7	47,6	5,6	2,1*	47,6	5,0
SD	13,6	11,2	0,7	1,2	9,1	1,0
Mediana	7,1	42,8	5,5	2,1	48,9	4,9

*) $p<0,01$



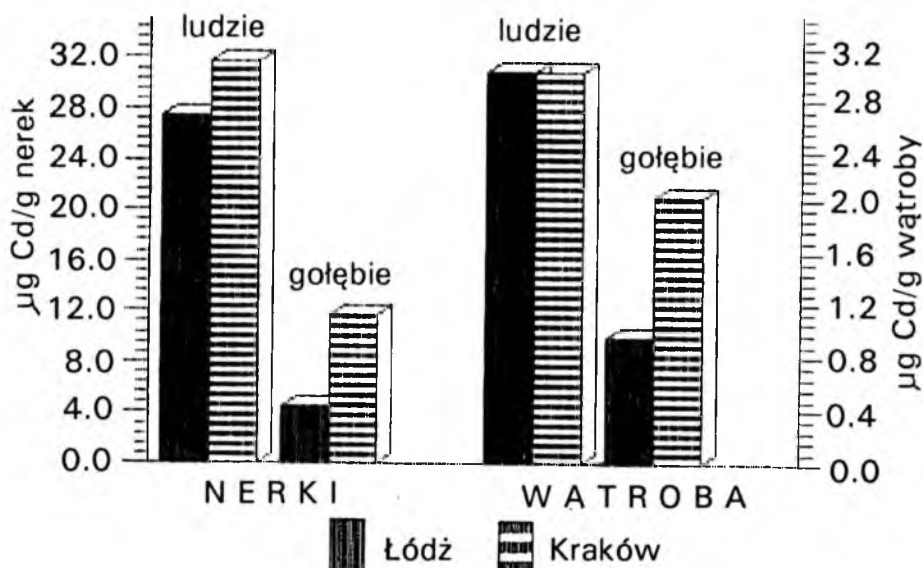
Ryc. 1. Zależność między poziomami kadmu w nerkach i wątrobie ($\mu\text{g/g}$ mokrej tkanki) u gołębi z Łodzi i Krakowa.

Relation between cadmium levels ($\mu\text{g/g}$ w.w) in the kidneys and liver of pigeons from Lodz and Cracow.

regionu krakowskiego. Wyniki te wskazują na pewną zgodność między rozmieszczeniem przemysłu metalurgicznego a biologicznymi poziomami kadmu. Należy jednak zaznaczyć, że u osób niepalących głównym źródłem kadmu jest żywność, nie zawsze lokalnego pochodzenia.

Poziomy cynku w nerkach wahały się w szerokim zakresie ($23,0\text{--}65,0 \mu\text{g/g}$) i były nieco wyższe u gołębi z Krakowa, jakkolwiek różnica ta jest statystycznie nieistotna. Nie stwierdzono także korelacji między poziomami Zn oraz Cd w nerkach ($r = 0.028$), co może wskazywać na różny mechanizm wiązania kadmu w nerkach u gołębi oraz ludzi. Możliwość udziału cynku w wiązaniu kadmu przez MT nerek u gołębi sugeruje Hutton [5], jednak także autorowi cytowanej pracy nie udało się wykazać powyższej korelacji. Z uwagi na niewielką ilość tkanki nie oznaczano w niniejszej pracy poziomu MT w nerkach.

Uzyskane poziomy miedzi w obydwu narządach wahały się w wąskim zakresie, nie są skorelowane z poziomami Cd oraz Zn; nie stwierdzono także różnic pod względem



Ryc. 2. Poziomy Cd w nerkach i wątrobie ($\mu\text{g/g}$ mokrej tkanki u ludzi (osoby niepalące) i gołębi z obszaru Łodzi oraz Krakowa. Dane dla tkanek ludzkich (poziomy w nerkach dotyczą kory nerek) wg: Bem i wsp., [2] oraz Piotrowski i wsp., [12].

The levels of cadmium in the kidneys and liver ($\mu\text{g/g}$ w.w) of humans (nonsmokers) and pigeons from Lodz and Cracow. Data for humans (kidney cortex and liver) from: Bem et al., [2] and Piotrowski et al., [12].

regionalnego pochodzenia ptaków. Wydaje się, że podobnie jak u ludzi, ekspozycja kadmu nie zaburza homeostazy tego pierwiastka u gołębi.

Poziomy metalotioneiny w wątrobie wynosiły średnio $0,37 \pm 0,25 \mu\text{mol Hg/g}$ mokrej tkanki. Stwierdzono bardzo wysoką korelację między poziomami MT oraz Zn ($r = 0,99$; $p < 0,001$) co wskazuje, że podobnie jak u ludzi, u gołębi MT wątroby może zawierać prawie wyłącznie cynk. Określenie sposobu wiązania Cd w nerkach i wątrobie gołębi wymaga jednak dalszych badań.

Dla poziomów metali oraz MT u gołębi brak w dostępnym piśmiennictwie bezpośrednich danych porównawczych uzyskanych przez innych badaczy. Przyjmując przelicznik sucha: mokra tkanka = 1: 5, wartości średnie uzyskane przez Hutton'a [5] dla gołębi złowionych w różnych dzielnicach Londynu (dla kadmu: 18,1 oraz 3,3 $\mu\text{g/g}$ suchej tkanki; dla cynku; 183,0 oraz 238,6 $\mu\text{g/g}$ suchej masy odpowiednio w nerkach i wątrobie) należy uznać jako spójne. Również uzyskane przez Hutton'a poziomy kadmu charakteryzował szeroki zakres (maksymalne wartości: 302,4 oraz 34,2 $\mu\text{g/g}$ suchej masy odpowiednio w nerkach i wątrobie).

Gołębie pod kątem przydatności dla monitoringu kadmu charakteryzuje szereg pozytywnych cech. Występujący zakres stężeń kadmu podlega znacznemu zróżnicowaniu, daje się także łatwo oznaczać przy pomocy płomieniowej AAS. W odróżnieniu do innych gatunków, o wiele łatwiej jest pozyskać wystarczająco licznie, jednorodny materiał do badań. Gołębie miejskie praktycznie nie migrują i niemal całe życie spędzają na obszarze o średnicy kilkuset metrów [3], co pozwala odnieść otrzymane

wyniki do ściśle określonego terenu. Z uwagi na długość życia (13 – 15 lat), uzyskane wyniki mogą odzwierciedlać zarówno aktualne, jak i dotyczące przeszłości trendy stanu skażenia środowiska.

Z drugiej strony, o ile odróżnienie osobników młodych od dojrzałych płciowo (powyżej 5 – 8 miesięcy) nie sprawia problemów, to określenie wieku u osobników dorosłych jest bardzo trudne i nawet doświadczonym hodowcom gołębi zdarzają się pomyłki [8]. Mając na uwadze wieloletnią kumulację kadmu oraz trudność określenia wieku u dojrzałych gołębi, badania takie wymagają wystarczająco licznych grup ptaków dla wyciągnięcia wiarygodnych wniosków.

WNIOSKI

Otrzymane wyniki wskazują, że:

1. Dzikie gołębie mogą być wykorzystane dla monitoringu biologicznego kadmu wchłanianego ze środowiska

2. Centrum Krakowa charakteryzuje wyższe skażenie środowiska kadmem w porównaniu do centrum Łodzi. Różnice te są bardziej wyraźne niż to stwierdzono w przypadku badania poziomu kadmu w tkankach ludzi mieszkających na obydwu obszarach.

Cz. Orłowski

THE FERAL PIGEONS (*COLUMBA LIVIA*, FORMA URBANA) – A BIOMONITOR FOR CADMIUM POLLUTED URBAN AREAS

Summary

The levels of Cd, Zn, and Cu in the kidneys and liver of 23 pigeons from Lodz and Cracow were determined by flame AAS, after wet digestion. Metallothionein (MT) was determined radiochemically using ^{203}Hg , in the liver of 5 pigeons.

The mean concentrations were: 7.2 $\mu\text{g Cd/g}$; 43.2 $\mu\text{g Zn/g}$ and 5: 3 $\mu\text{g Cu/g}$ w.w in the kidneys; and 1, 4 $\mu\text{g Cd/g}$; 51,5 $\mu\text{g Zn/g}$ and 5,0 $\mu\text{g Cu/g}$ w.w in the liver. The correlations between Cd in kidneys and liver ($r=0.88$), and MT (mean: 0.37 $\mu\text{mol Hg/g}$ w.w) vs Zn ($r = 0.99$) in the liver were found. The results indicate higher environmental pollution by cadmium in Cracow (kidneys: 11.7 $\mu\text{g Cd/g}$ ($p < 0.06$); liver: 2.1 $\mu\text{g Cd/g}$ ($p < 0.01$) than in Lodz (4.4 and 1.0 $\mu\text{g Cd/g}$ respectively), and are in accordance with preliminary human data in the inhabitants of these two regions. It can be assumed that pigeons are a sensitive biomonitor of environmental pollution by cadmium.

PIŚMIENICTWO

1. Bem E.M., Tągegnetwork H., Piotrowski J.K.: Mineralizacja próbek biologicznych dla oznaczeń cynku i miedzi. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1986, 19, 37 – 2. Bem E.M., Kaszper B.W., Orłowski Cz., Piotrowski J.K., Wójcik G., Żołnowska E.: Cadmium, zinc, copper and metallothionein levels in the kidneys and liver of humans from Central Poland. *Environ. Monit. Assess.*, 1993, 25, 1 – 3. Drasch G.A., Walser D., Kosters J.: The urban pigeon *Columba livia*, forma urbana – a biomonitor for the lead burden of the environment. *Environ. Monit. Assess.*, 1987, 9, 223 – 4. Dutkiewicz T.: Metodologia i ocena dużych obszarów zagrożenia ekologicznego w Polsce. *Bromat. Che. Toksykol.*, 1994, 27, 287 – 5. Hutton M., Goodman G.T.: Metal contamination of feral pigeons *Columba livia* from the London area: Part 1 – Tissue accumulation of lead, cadmium and zinc. *Environ. Pollut. (Ser. A)*, 1980, 22, 207 – 6. Hutton M.: Metal contamination

of feral pigeons *Columba livia* from the London area: Part 2 – Biological effects of lead exposure. *Environ. Pollut. (Ser. A)*, 1980, 22, 281. – 7. *Johnson M. S., Pluck H., Hutton M., Moore G.*: Accumulation and renal effects of lead in urban population of feral pigeons *Columba livia*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 1982, 11, 761 – 8. *Konarska-Szubska A.*: Gołębie. Wydawnictwo Harcerskie. Warszawa, 1970. – 9. MARC: Biological monitoring: animals. Monitoring and Assessment Research Centre, United Nations Environment Programme, London, 1990. – 10. *Ohi G., Seki H., Akiyama K., Yagyu H.*: The pigeon, a sensor of lead pollution. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 1974, 12 (1), 92.

11. *Orłowski C., Piotrowski J. K., Świercz R.*: Binding of cadmium in the renal medulla of humans not exposed occupationally to cadmium. *Acta. Pol. Toxicol.* 1995, 3(2), 107. – 12. *Piotrowski J. K., Orłowski C., Bem E. M., Bryś M., Baran E.*: The monitoring of cadmium, zinc and copper in the kidneys and liver of humans deceased in the region of Cracow (Poland). *Environ. Monit. Asses. (w druku)*. – 13. *Svartengren M., Elinder C. G., Friberg L., Lind B.*: Distribution and concentration of cadmium in human kidney. *Environ. Res.*, 1986, 39, 1 – 14. *Wilkinson, Leland*: SYSTAT: The system for statistics. Evanston, IL: SYSTAT, Inc., 1990, – 15. *Wren C. D.*: Mammals as biological monitors of environmental levels. *Environ. Monit. Asses.*, 1986, 6, 127 – 16. *Żelazowski A. J., Piotrowski J. K.*: A modified procedure for determination of metallothionein – like proteins in animal tissues. *Acta Biochim. Pol.*, 1977, 24, 325.

Otrzymano: 1995. 12. 27

PODZIĘKOWANIA: Autor pragnie podziękować Panu prof. dr hab. *Jerzemu Piotrowskiemu* za sugestię przeprowadzenia powyższych badań oraz pomoc przy redakcji artykułu, a także Panu *Adamowi Dębickiemu* za pomoc w analitycznej części pracy.