
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA

VOL.XVIII, 37

SECTIO EE

2000

Zakład Hodowli Amatorskich i Zwierząt Dzikich Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt
Akademii Rolniczej w Lublinie

KRYSTYNA RÓŻANIECKA

*Zawartość metali ciężkich w roślinach rosnących
na obrzeżach Lublina**

Heavy Metals Contents in Plants Growing in Lublin Neighborhood

Występowanie metali ciężkich w środowisku wynika z biogeochemicznego obiegu pierwiastków, jak również jest następstwem zrzutów zanieczyszczeń przemysłowych i innych odpadów pochodzenia antropogenicznego do atmosfery, gleby i wód (3). Metale ciężkie przenikają do roślin zarówno z gleby - drogą korzeniową, jak i z pyłami atmosferycznymi. Naturalne stężenia metali ciężkich nie stanowią zagrożenia dla organizmu, natomiast ich wysokie koncentracje prowadzą do występowania licznych zaburzeń w przebiegu procesów fizjologicznych, w tym również do uszkodzeń na poziomie struktur komórkowych. Pobieranie przez rośliny nadmiernych ilości jonów metalicznych stanowi zagrożenie wprowadzenia ich do łańcucha troficznego. Obecność metali ciężkich stwierdza się nie tylko w rejonach silnie uprzemysłowionych, ale także w ekosystemach rolniczych i naturalnych. Pojawiają się w wysokich stężeniach daleko poza źródłami skażenia (7). Ich stężenie ciągle wzrasta pomimo stosowania najnowszych technologii produkcji. Istotny jest przy tym fakt, że podlegają one ciągłej kumulacji biologicznej, przyczyniając się do degradacji środowiska.

Widokiem wcale nie rzadkim w polskim krajobrazie jest wypas zwierząt gospodarskich w rowach przydrożnych i na poboczach szos. Podobna lekkomyślność lub niewiedza dotyczy skarmiania trawy lub siana z tych najbardziej zanie-

*Skrót pracy doktorskiej; wykonana w ramach grantu promotorskiego Nr 5 P06E 06112.

czyszczonych miejsc. Prowadzi to do wzrostu koncentracji metali ciężkich w łańcuchach pokarmowych, którego ostatnim ogniwem jest człowiek.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 1995-1996. Przeprowadzono pomiary zawartości ołowiu i kadmu w roślinach rosnących wzdłuż najbardziej ruchliwych tras komunikacyjnych prowadzących z Lublina. Wybrano 5 tras biorących swój początek w Lublinie i wyprowadzających transport kołowy w kierunkach: Lublin-Radzyń (trasa E-19), Lublin-Puławy (trasa E-17), Lublin-Kraśnik (trasa E-19K), Lublin-Chełm (trasa E-82) i Żezulin- Kolechowice (trasa E-10).

W każdym z wybranych punktów pomiarowych pobierano w odstępach czternastodniowych próby zbiorcze z użytków zielonych, jak: liście buraka cukrowego, trawy, motylkowe, kukurydza, w odległościach: do 5 m; do 25 m; do 50 m; do 100 m oraz, o ile lokalizacja uprawy pozwalała, powyżej 100, 150 i do 200 metrów od drogi. W ciągu sezonów wegetacyjnego dokonano w każdym punkcie pomiarowym przynajmniej trzech pobrań zielonki.

W celu określenia tła i wpływu zasobności gleby na zmiany składu chemicznego roślin dokonano dwukrotnie pomiarów składu mineralnego gleb na badanych użytkach zielonych. Próbkę gleby pobierano z warstwy wierzchniej do głębokości 20 cm. Miejsca pobrania prób były oddalone o 5 m oraz 100 m od krawędzi jezdni. Próby glebowe po wysuszeniu rozcierano w moździerzu porcelanowym i przesiewano przez sito plastikowe o średnicy oczek 1 mm.

Badania laboratoryjne przeprowadzono w Instytucie Żywienia Zwierząt Akademii Rolniczej w Lublinie. Próby zielonek, bezpośrednio po przywiezieniu, dzielono na dwie części. Jedną z nich dokładnie myto pod bieżącą wodą w celu usunięcia zanieczyszczeń o charakterze opadowym. Następnie obie części próby oddzielnie suszono i rozdrabniano w młynku bijakowym.

Mineralizację materiału roślinnego wykonywano przy użyciu mieszaniny stężonego kwasu azotowego i nadchlorowego. Oznaczenia stężeń metali prowadzono metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej aparatem Solar 939 firmy Unikam. Jony ołowiu i kadmu przeprowadzono w kompleksy z pirolidynoditiokarbaminianem amonu (APDC) i ekstrahowano metyloizobutyloketonem (MIBK), według postępowania podanego przez Y e a g e r a i w s p (11).

Podobne do opisanych procedury analityczne zastosowano podczas oznaczania zawartości metali w ekstraktach glebowych.

Uzyskane wyniki poddano dostosowanej procedurze statystycznej. Wartości średnie, odchylenia standardowe określono stosując pakiet statystyczny Statgraphics 5.1. Istotności różnic pomiędzy badanymi obiektami badawczymi oraz wewnątrz obiektów badano przy pomocy jedno- lub wieloczynnikowej analizy wariancji dla zmiennych nieortogonalnych, korzystając z pakietu statystycznego opracowanego przez Zakład Statystyki Matematycznej AR w Lublinie.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Skład chemiczny roślin z określonych zbiorowisk jest do pewnego stopnia odzwierciedleniem składu podłoża glebowego. Należy zaznaczyć że zakres zmian badanych metali w glebie był znaczny. Średnia zawartość dla ołowiu przy poszcze-

gólnych trasach komunikacyjnych kształtowała się w granicach 6-81 mg/kg, a dla kadmu wartości zawierały się w przedziale 0,3-5,4 mg/kg. Niskie zawartości obu badanych metali ciężkich charakterystyczne były dla obszarów mało uprzemysłowionych – trasy Kolechowice (E-10). W przypadku prób glebowych pobranych przy pozostałych trasach zawartości zarówno dla ołowiu, jak i kadmu mieściły się w zakresach podawanych dla gleb terenów zanieczyszczonych (10). Największe zawartości ołowiu i kadmu oznaczono wzdłuż tras: Lublin-Puławy, Lublin-Chełm, Lublin-Kraśnik oraz wzdłuż ulicy Turystycznej, a więc w pobliżu aglomeracji miejskich, terenów uprzemysłowionych oraz tras o dużym natężeniu ruchu. Badania własne potwierdzają również dane z piśmiennictwa (6), że obszarem najbardziej zanieczyszczonym są 10-metrowe pasy wzdłuż tras komunikacyjnych.

Przeprowadzone badania wskazują na to, że koncentracja ołowiu oraz kadmu w zielonkach pochodzących z użytków zielonych zlokalizowanych wzdłuż badanych tras jest zróżnicowana.

Największą zawartość ołowiu stwierdzono wzdłuż trasy E-82 (2,22 mg/kg s.m. w próbach niepłukanych i 1,88 w płukanych), najmniejszą zaś na trasie Zezulin-Kolechowice (trasa E-10), gdzie stwierdzono 0,64 mg/kg s.m. w próbach niepłukanych (różnica statystycznie istotna przy $P \leq 0,05$) i 0,69 w próbach płukanych (tab. 1). Różnice w zawartości ołowiu stwierdzone w próbach niepłukanych i płukanych pochodzących z tych samych tras komunikacyjnych świadczą o opadowym charakterze zanieczyszczenia roślin tym pierwiastkiem.

Tab. 1. Zawartość ołowiu i kadmu (mg/kg s.m.) wzdłuż tras komunikacyjnych
Lead and cadmium contents in plants (mg/kg d.m.) along communication tracts

Trasy komunikacyjne	Ołów				Kadm			
	próby niepłukane		próby płukane		próby niepłukane		próby płukane	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
E-10	0,64 ^a	0,17	0,69	0,16	0,10 ^a	0,04	0,10	0,21
E-17	1,56 ^{ab}	0,86	0,98	0,48	0,10 ^a	0,07	0,10	0,11
E-19	1,67 ^b	0,89	0,95	0,41	0,12 ^a	0,06	0,13	0,16
E-19K	2,07 ^b	0,95	1,69	0,64	0,34 ^b	0,33	0,33	0,24
E-82	2,22 ^b	3,14	1,88	2,52	0,23 ^b	0,03	0,21	0,23

^{a,b,c} Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach nie różnią się statystycznie istotnie przy $P \leq 0,05$.

Największe ilości kadmu stwierdzono w próbach niepłukanych pobieranych wzdłuż tras E-19K i E-82 (odpowiednio 0,34 i 0,23 mg/kg s.m.), najniższe zaś wzdłuż trasy E-10 i E-17 (0,10 mg/kg s.m.) – różnice statystycznie istotne przy $P \leq 0,05$. W przeciwieństwie do ołowiu nie stwierdzono różnic w zawartości kadmu

w próbach płukanych i niepłukanych pobranych z tych samych tras komunikacyjnych. Brak różnic świadczyć może o tym, że zawartość tego pierwiastka to głównie ilości kumulowane w tkankach roślin.

Wielkość uzyskanych stężeń metali, jak wskazują wyniki innych badań (4), uzależniona jest również od rodzaju działających zanieczyszczeń, przenoszonych z odległych aglomeracji miejskich Lublina i Świdnika, cementowni Chełm i Rejowiec, Fabryki Łożysk Tocznych w Kraśniku, Radomia oraz mniejszych zakładów nie posiadających urządzeń odpylających.

Tab. 2. Zawartość ołowiu i kadmu (mg/kg s.m) w zależności od położenia upraw względem drogi
Lead and cadmium contents in plants (mg/kg d.m.) depending on the cultivation localization in relation to road

Odległość od trasy – miejsce pobieranych prób (w metrach)	Ołów				Kadm			
	próby niepłukane		próby płukane		próby niepłukane		próby płukane	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Do 5	1,72	1,41	1,21	1,28	0,18	0,22	0,18	0,21
25	1,32	0,83	1,15	0,61	0,13	0,14	0,15	0,16
50	1,87	2,02	1,41	1,41	0,19	0,20	0,18	0,21
100	1,67	1,14	0,79	0,47	0,07	0,04	0,08	0,04
150	1,47	1,14	0,88	0,41	0,07	0,04	0,07	0,06
200	0,70	0,41	0,73	0,23	0,05	0,03	0,07	0,05

Wyniki przeprowadzonego monitoringu zawartości obu badanych metali zależnie od odległości od poszczególnych tras komunikacyjnych przedstawia tab. 2. Najwięcej ołowiu (1,72 mg/kg s.m.) stwierdzono w próbach niepłukanych pobieranych w bezpośredniej odległości (do 5 m) od tras komunikacyjnych. Jednak stosunkowo niewielkie różnice, głównie w próbach niepłukanych, świadczą o tym, że głównym źródłem zanieczyszczeń ołowiem są pyły przenoszone z powietrzem. Podobnie największe ilości kadmu w suchej masie roślin stwierdzono w bezpośrednim sąsiedztwie jezdni i utrzymywały się one na podobnym poziomie do 50 m. Powyżej 50 m od tras komunikacyjnych jego zawartość gwałtownie malała i była dwu- (na 100 i 150 m), trzykrotnie (na 200 m) niższa. Zarówno w próbach niepłukanych, jak i płukanych oznaczone ilości kadmu w poszczególnych przedziałach odległości były podobne.

Z danych zawartych w tab. 3 wynika, że szczególnie dużo ołowiu oraz kadmu zawierały liście buraków cukrowych. Próby traw i roślin motylkowatych, jak też kukurydzy pobierane z użytków rolnych w bezpośredniej odległości od jezdni zawierały od 1,12 do 1,19 mg/kg s.m. ołowiu, a liście buraka cukrowego 3,08 mg/kg s.m. (różnice istotne przy $P \leq 0,05$). Wskazuje to na szczególną podatność liści tej

rośliny na zanieczyszczenia metalami ciężkimi. Potwierdzają to również badania innych autorów (1, 8).

L i t y Ń s k i i w s p. (5) podają, że najwyższa dopuszczalna zawartość ołowiu w roślinach przeznaczonych na pasze wynosi, według normy EWG, 10 mg/kg s.m. Podobną wartość podaje S a p e k (9). Według G o r l a c h a (2) zawartość ołowiu w roślinach pastewnych wyższą od 2 mg/kg s.m., a kadmu powyżej 1mg/kg s.m. należy uznać za nadmierną. Proponowane natomiast przez K a b a t ę - P e n d i a s i w s p. (3) wartości progowe zawartości ołowiu w roślinach przydatnych do celów paszowych wynoszą do 10 mg/kg s.m., a kadmu 0,5mg/kg s.m.

Tab. 3. Zawartość ołowiu i kadmu (mg/kg s.m.) w badanych zielonkach
Lead and cadmium contents (mg/kg d.m.) in green forage under study depending on plant species

Zielonki	Ołów				Kadm			
	próby nieplukane		próby plukane		próby nieplukane		próby plukane	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Liście buraka cukrowego	3,08 ^a	2,61	2,49 ^a	2,21	0,52 ^a	0,24	0,46 ^a	0,18
Trawy	1,19 ^b	0,74	1,13 ^b	0,83	0,10 ^b	0,10	0,12 ^b	0,11
Motylkowe	1,12 ^b	0,62	1,07 ^b	0,12	0,11 ^b	0,06	0,10 ^b	0,09
Kukurydza	1,17 ^b	0,14	1,27 ^b	0,31	0,08 ^b	0,05	0,07 ^b	0,05

Objaśnienia jak w tab. 1.

Ocena pasz roślinnych z poszczególnych tras wykazała, że średnia zawartość ołowiu nie przekraczała wartości 10 mg/kg s.m. Jednak w pojedynczych próbach, jak też w niektórych uprawach, między innymi liści z buraków cukrowych zebranych przy trasie E-82, zawartość ołowiu była znacznie większa od uznawanej za bezpieczną.

WNIOSKI

1. Zielonki z upraw przeznaczonych na pasze w regionie Lubelszczyzny, zlokalizowanych w pobliżu głównych szlaków komunikacyjnych, zawierają podwyższone ilości ołowiu w suchej masie, lecz nie przekraczają one norm uznawanych przez EWG za bezpieczne dla pasz.

2. Najwyższe zawartości kadmu stwierdzono w zielonkach rosnących wzdłuż tras E-19K i E-82.

3. Najwyższe stężenia ołowiu i kadmu występują w bezpośrednim sąsiedztwie jezdni i w niedalekiej od niej odległości. W miarę oddalania się od płyty jezdni zawartość metali ciężkich w suchej masie roślin zmniejsza się.

4. Istnieją znaczne, warunkowane gatunkowo różnice między roślinami pod względem akumulacji metali ciężkich w suchej masie; najwięcej ołowiu i kadmu nagromadziły liście buraków cukrowych.

5. Zwiększona zawartość metali ciężkich w roślinach pochodzących z upraw położonych przy szlakach komunikacyjnych spowodowana jest w dużej mierze emisją spalin samochodowych, chociaż nie można też wykluczyć ujemnego oddziaływania zakładów przemysłowych.

PIŚMIENNICTWO

1. Dobrzański A., Kołacz R., Lewiński J., Mizera A.: Wpływ składowiska odpadów pofloatacyjnych rud miedzi na zawartość metali ciężkich w niektórych paszach roślinnych. Arch. Ochr. Środ., 3-4, 135-142, 1992.
2. Gorlach E.: Zawartość pierwiastków śladowych w roślinach pastewnych jako miernik ich wartości. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 34, 13-22, 1991.
3. Kabata-Pendias A., Motwicka-Terelak T., Piotrowska M., Trelak H., Witek T.: Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. IUNG Puławy, 1-20, 1993.
4. Kozak L., Warda Z., Bubicz M., Mikos-Bielak M.: Ocena zawartości pierwiastków metalicznych w wybranych roślinach i glebach pochodzących z łąk przylegających do Wieprza i Kanału Wieprz-Krzna. Cz.I. Zawartość Pb, Cd i Ni. Substancje toksyczne w środowisku. Wyd. ART. Olsztyn, 36-40, 1993.
5. Lityński T., Jurkowska H.: Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWN, Warszawa 1982.
6. Maciejewska A., Skłodowski P.: Wpływ emisji spalin samochodowych na skażenie gleb związkami Pb, Zn i Cd przy trasie Warszawa-Katowice. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418, 271-280, 1995.
7. Nowakowski W.: Wpływ emisji przemysłowych z uwzględnieniem przemysłu rafineryjno-petrochemicznego na rośliny. Post. Nauk Rol., 2/3, 69-81, 1985.
8. Piesak A.: Zawartość ołowiu i kadmu w liściach buraków pastewnych w niektórych rejonach województwa katowickiego. Arch. Ochr. Środ., 2, 111-117, 1991.
9. Sapiek A.: Metale ciężkie w paszy z użytków zielonych. Mat. Konf. Nauk. nt. Niektóre zagadnienia ochrony żywności, 126-136, 1986.
10. Terelak H., Piotrowska M., Motwicka-Terelak T., Stuczyński T., Budzyńska K.: Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418, 45-58, 1995.
11. Yeager D. W., Cholak J., Henderson E. W.: Determination of Pb in biological and related materials by AAS. Environ. Sci. Technol., 5, 1020, 1971.

SUMMARY

Measurements of lead and cadmium content changes in plants were performed along the most busy communication tracts in Lublin neighborhood. Five main roads within the 50 km diameter circle and commencing in Lublin were under studies. The highest amounts of lead and cadmium were found

in the closest neighborhood of roads at extremely busy communication tracts, although the pollutant contamination from distant agglomerations was not excluded. Sugar beet leaves appeared to be the most susceptible to lead contamination. Lower lead levels were found in washed samples. The greater the distance from communication tracts the lower the differences between lead concentrations in washed and non-washed samples were observed, which confirms the thesis on precipitation character of lead pollution. Despite the lack of significant differences between the highest and the lowest cadmium contents depending on the distance from its emission source, the influence of the site localization according to concentration changes in plant biomass, was also evident.

LESZEK DROZD, MIROSŁAW KARIENSKI, JOJANA PIWNUK

*Estimation of Red-Deer (*Cervus elaphus*) Condition from Central-Eastern Poland on the Basis of the Thickness of External Fat Layer and Kidney Fat Index*

Główny Łowiectwo polski (*Cervus elaphus*) poryśkanych w północno-wschodniej Polsce: badanie warunków życia na podstawie grubości podłójnej tkanki tłuszczowej i wskaźnika tłuszczu nerkowego

Energetical needs of red-deer change depending on the season, weather conditions, age and physiological state of the animal were studied. Seasonal and habitat differences of availability and quality of a fodder, the fear as a hunting area making the animal change its localization are reasons why very often the amount of fodder taken by red-deer do not provide for their ontogenetical needs. The energy spent on the animals' movements is a major part of its maintenance costs.

Those factors directly affect the animals' condition. Not only the weight of carcass or trophy weight in the case of males is the measure of the condition, but also the fat stored. Such estimation lets us find out the extent to which number of animals maintained on the hunting area corresponds to the environmental capacity, which is practically the measure of rightly managed hunting economy.

In wild herbivorous mammals, the external fat layer and kidney fat index (KFI) can be, among others, the measure of their condition (1, 3, 6).

MATERIAL AND METHODS

Carcasses of male and female red-deer (*Cervus elaphus*) obtained in central-eastern Poland in 1991-1993 were the material for studies. Measurements were made only up to 10 hrs after the hunting.