

ODDZIAŁYWANIE ZANIECZYSZCZEŃ PYŁOWYCH NA ZAWARTOŚĆ NIEKTÓRYCH SKŁADNIKÓW CHEMICZNYCH W LIŚCIACH DRZEW I GLEBACH MIEJSKICH SZCZECINA

*Teresa Wojcieszczuk, Edward Niedźwiecki, Marta Wojcieszczuk, Adam Sammel,
Adrianna Zacharewicz*

Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

Aglomeracja miejska stwarza wyjątkowo niekorzystne warunki środowiska dla funkcjonowania gleb oraz wzrostu i rozwoju roślin, w tym szczególnie drzew. Ocena stanu zdrowotności gleb i drzew położonych na terenie miasta na podstawie wskaźników chemicznych wymaga wcześniejszych szczegółowych badań, które pozwalają na określenie kierunku przemian we właściwościach chemicznych gleb i roślin w danej aglomeracji.

Celem przeprowadzonych badań było ustalenie wpływu osadzających się pyłów miejskich na skład chemiczny liści drzew lipowych i gleb centrum Szczecina w miejscach o różnym nasileniu ruchu kołowego.

Materiał i metody

W wyznaczonych trzech miejscach badawczych (Al. Piastów, ul. B. Krzywoustego, ul. L. Solskiego), w październiku pobrano próbki zbiorcze z liści drzew i zbiorcze glebowe (0–10; 10–20 cm) w pięciu powtórzeniach w każdym punkcie. Próbki liści rozdzielono na dwie części, z których jedną część splukano niewielką ilością wody o temperaturze pokojowej w celu usunięcia nagromadzonego pyłu. W zebranym materiale glebowym oznaczono Ca, Mg, K, Na, Pb, Cu, Mn, Zn, Fe, Co, Ni, Cd rozpuszczalne w HCl o stężeniu 0,1 mol·dm⁻³ metodą ASA, ogólne stężenie soli (g NaCl·kg⁻¹) i NO₃⁻ metodą konduktometryczną, Cl – metodą miareczkowania oraz CaCO₃ metodą Scheiblera. W materiale roślinnym, spalonym na mokro, oznaczono Ca, Mg, K, Na, Pb, Cu, Mn, Zn, Fe metodą ASA. Uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań zweryfikowano statystycznie poprzez zastosowanie analizy wariancji dla doświadczenia dwuczynnikowego założonego metodą kompletnej randomizacji oraz wyliczono współczynniki korelacji dla zawartości badanych składników chemicznych w liściach i glebie.

Wyniki i dyskusja

W warunkach miejskich pył transportowany przez masy powietrza osiada na powierzchni drzew i gleb, przez co wzbogaca je w składniki chemiczne pochodzące z różnych źródeł. Głównymi metalami w pyłe ulicznym np. Warszawy są ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$): Pb – 24–282, Cu – 21–122, Zn – 61–460, Cd – 0,20–2,60, Ni – 12–50, które po osadzeniu się niekorzystnie wpływają na środowisko przyrodnicze. Wyjątkowo groźne zarówno dla zdrowia mieszkańców miast, jak i dla zwierząt oraz roślin, są zanieczyszczenia pyłowe zawierające pierwiastki śladowe [WIXSON, DAVIES 1994; GÓRKA i in. 1998]. Pozostałe, takie jak Fe, Cr i Mn występują w ilościach zbliżonych do ilości przyjętych jako tło geochemiczne [CZARNOWSKA 2000].

NIEDŹWIECKI i in. [2000a] w pyłe opadowym na poboczach dróg miejskich Szczecina stwierdzili 2,08–2,32 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ i 222,4–460,2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ przy zawartości 3,2–6,0% substancji organicznej.

Tabela 1; Table 1

Zawartość składników chemicznych ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) w zależności od miąższości warstwy gleby i usytuowania punktu badawczego – wartości średnie

Content of chemical components ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) depending on soil layer thickness and location of investigated area – mean values

Miąższość Thickness (cm) M	Punkt badawczy Studied area P	Ca	Mg	K	Na	Cl	NaCl	NO_3^-	CaCO_3 (%)
0–10	A*	11,53	0,306	0,233	0,073	0,002	0,000	0,012	1,34
	B	10,57	0,390	0,721	0,410	0,019	0,001	0,232	0,85
	C	14,08	0,358	0,634	0,513	0,023	0,001	0,264	1,55
Średnia; Mean		12,06	0,351	0,529	0,332	0,015	0,001	0,169	1,25
10–20	A	11,27	0,267	0,216	0,080	0,003	0,000	0,008	1,48
	B	7,09	0,281	0,499	0,347	0,016	0,001	0,170	0,55
	C	12,40	0,334	0,404	0,474	0,019	0,001	0,147	1,29
Średnia; Mean		10,25	0,294	0,373	0,300	0,012	0,001	0,109	1,11
$\text{NIR}_{0,05}$; $\text{LSD}_{0,05}$	M	2,00	0,063	0,138	0,073	0,005	0,000	0,077	0,48
$\text{NIR}_{0,05}$; $\text{LSD}_{0,05}$	P	2,99	0,095	0,093	0,110	0,008	0,000	0,115	0,72
$\text{NIR}_{0,05}$; $\text{LSD}_{0,05}$	M x P	4,22	0,134	0,196	0,155	0,011	0,001	0,162	1,01

* A ul. L. Solskiego
B ul. B. Krzywoustego
C Al. Piastów

W dużej mierze na ilość pyłów osadzających się oraz na zawartość w glebie składników chemicznych pochodzących z innych źródeł ma nasilenie ruchu kołowego w mieście. Zależności te potwierdziły wyniki uzyskane z przeprowadzonych badań drzew i gleb miejskich w punktach badawczych o zróżnicowanym nasileniu ruchu kołowego. Okazało się, że ogólne stężenie soli oraz zawartość np. K, Na, Cl⁻, NO₃⁻ istotnie była większa w glebach przy ulicy B. Krzywoustego i Al. Piastów, gdzie ruch kołowy jest nasilony, niż w glebach przy ul. L. Solskiego o znacznie mniejszym nasileniu ruchu kołowego. Spośród oznaczonych składników che-

micznych tylko zawartość K i Zn w glebie zależała od głębokości warstwy gleby i było ich znacznie więcej w warstwie 0–10 cm (tab. 1). CZARNOWSKA [1980] w przeprowadzonych badaniach gleb przyulicznych Warszawy również stwierdziła większe ilości rozpuszczalnych w HCl o stężeniu $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ form Zn, Cu, Pb w warstwie 0–10 cm. Natomiast w glebach i parkach Łodzi na ogół największą zawartość (w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Fe – 334–2460, Zn – 31–72, Pb – 6,2–24,2, Cu – 8,7–30,0 i Cd – 0,06–0,22 stwierdzono w warstwie 0–5 cm [CZARNOWSKA 1997].

W przeprowadzonych badaniach ilość oznaczonych mikroelementów zależała przede wszystkim od usytuowania punktu badawczego, np. w glebach przy ul. B. Krzywoustego stwierdzono najwięcej Fe, Ni, Cu i Cd, a przy ul. L. Solkiego Pb, lecz równocześnie najmniej Zn (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Zawartość mikroelementów w zależności od miąższości warstwy gleby i usytuowania punktu badawczego – wartości średnie ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Content of microelements depending on soil layer thickness and location of studied area – mean values ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Miąższość Thickness (cm) M	Punkt badawczy Studied area P	Mn	Zn	Fe	Pb	Ni	Cu	Co	Cd
0–10	A*	148,3	67,8	35,45	30,34	1,41	2,20	1,18	0,484
	B	200,0	211,9	148,56	18,49	2,62	14,99	1,16	1,116
	C	117,0	169,5	31,59	6,53	1,84	3,74	0,64	0,810
Średnia; Mean		155,1	149,7	71,87	18,45	1,96	6,98	0,99	0,803
10–20	A	137,6	54,9	41,72	27,31	1,19	2,11	1,06	0,422
	B	214,5	127,3	126,23	29,06	2,69	22,38	1,29	0,850
	C	159,0	160,0	30,89	26,80	2,38	6,76	1,15	0,818
Średnia; Mean		170,4	114,1	66,28	27,72	2,09	10,42	1,17	0,697
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	M	24,6	30,5	35,7	15,9	0,36	3,71	0,25	0,13
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	P	36,8	45,6	53,3	23,8	0,54	5,55	0,37	0,19
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	M x P	52,1	64,54	75,4	33,7	0,77	7,85	0,53	0,27

* objaśnienia jak w tab. 1; explanations as in Table 1

Zawartość badanych składników chemicznych w liściach lipy drobnolistnej była uzależniona od usytuowania punktu badawczego oraz stopnia ich zanieczyszczenia pyłem opadowym (tab. 3). Pył opadowy przyulicznych gleb centrum Szczecina zawiera średnio ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. pyłu): Cd – 2,25, Pb – 365,8, Zn – 597,5, Cu – 193,9, Ni – 33,0 [NIEDŹWIECKI i in. 2000b].

W liściach niemytych stwierdzono istotnie więcej Pb, Cu, Zn i Fe. Na ilość pozostałych badanych składników chemicznych w liściach (Ca, Mg, K, Na i Mn) mycie ich nie miało istotnego wpływu. Spośród oznaczonych mikroelementów tylko ilość Pb w liściach mytych nie zależała od usytuowania punktu badawczego. Natomiast w liściach niemytych istotnie najwięcej ołowiu było przy ul. L. Solkiego (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Zawartość składników chemicznych w liściach lipy drobnolistnej w zależności od stopnia ich zanieczyszczenia – wartości średnie
Content of chemical components in the leaves of small-leaved linden depending on the degree of their pollution – mean values

Punkt badawczy Studied area P	Liście Leaves L	Ca	Mg	K	Na	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe
		(g·kg ⁻¹)				(mg·kg ⁻¹)				
A*	myte washed	33,87	3,74	11,46	0,212	2,42	7,32	50,7	22,26	130,8
B		22,37	2,31	16,59	0,639	3,88	9,62	45,78	29,58	318,1
C		31,20	4,65	6,45	0,493	2,62	10,56	65,02	28,64	332,0
Średnia; Mean		31,81	3,66	11,57	0,448	2,97	9,17	53,83	26,83	260,3
A	niemyte unwashed	20,56	2,19	17,87	0,192	11,52	10,08	51,14	29,86	385,7
B		31,55	4,64	7,71	0,725	6,34	16,92	49,56	33,32	659,3
C		33,87	3,74	11,46	0,614	9,50	17,68	66,32	37,82	709,1
Średnia; Mean		22,37	2,31	16,59	0,510	9,12	14,89	55,67	33,67	584,7
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} P		5,60	0,49	2,45	0,407	5,20	2,58	18,87	6,29	129,3
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} L		3,75	0,33	1,64	0,273	3,48	1,73	12,62	4,21	86,5
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} P x L		7,92	0,70	3,46	0,576	7,36	3,65	26,69	8,90	182,9

* objaśnienia jak w tab. 1; explanations as in Table 1

Tabela 4; Table 4

Zależność pomiędzy zawartością badanych składników w mytych liściach lipy drobnolistnej a ich ilością w powierzchniowej warstwie (0–10 cm) gleby (współczynniki korelacji istotne przy $p > 0,05$)

Relationship between the content of examined elements in washed leaves of small-leaved linden and their content in the surface soil layer (0–10 cm), (correlation coefficient significant at $p > 0,05$)

Składniki chemiczne Chemical elements	Ca	Mg	K	Na	Zn	Fe
W glebie; In soil	w liściach; in leaves					
Ca	*	0,57	-0,59			
Mg	-0,56					
K	-0,60			0,70		0,70
Na				0,59		0,72
Mn		-0,77	0,73			
Zn	-0,59			0,74		0,60
Fe		-0,79	0,73			
Ni		-0,53	0,53		0,61	0,52
Cu	-0,60	-0,67	0,58			
Co		-0,53				
Cd	-0,64			0,62		0,55
Cl				0,60		0,62
NaCl				0,52		0,65
NO ₃ ⁻				0,68		0,66
CaCO ₃			-0,54			

* puste kratki oznaczają korelację nieistotną; empty spaces mark insignificant correlation
znak „-” oznacza korelację ujemną; „-” negative correlation
brak znaku oznacza korelację dodatnią; no sign – positive correlation

Table 5; Table 5

Zależność pomiędzy zawartością badanych składników w niemytych liściach lipy drobnolistnej a ich ilością w powierzchniowej warstwie (0–10 cm) gleby (współczynniki korelacji istotne przy $p > 0,05$)

Relationship between the content of examined components in unwashed leaves of small-leaved linden and their content in the surface soil layer (0–10 cm), (correlation coefficient significant at $p > 0,05$)

Składniki chemiczne Chemical elements	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe
W glebie; In soil	w liściach; in leaves					
Ca	*	0,60				
K				0,71		0,71
Na				0,65	0,61	0,64
Mn		-0,79	0,74			
Zn				0,74		
Fe		-0,81	0,62			
Ni		-0,53	0,55			0,57
Cu	-0,62	-0,70	0,60			
Co		-0,55	0,53			
Cd	-0,56			0,59		
Cl				0,61	0,53	0,55
NaCl				0,52	0,58	0,59
NO ₃ ⁻				0,64	0,58	0,64

* puste kratki oznaczają korelację nieistotną; empty spaces mark insignificant correlation
znak „-” oznacza korelację ujemną; „-” negative correlation
brak znaku oznacza korelację dodatnią; no sign – positive correlation

Zawartości niektórych oznaczonych składników w liściach zależała od ich ilości w glebie, co potwierdzają wyliczone współczynniki korelacji. Współzależność ta kształtuje się odmiennie, jeżeli uwzględnimy stopień zanieczyszczenia ich powierzchni osadzającym się pyłem. Przykładem może być wapń, którego ilość w liściach mytych zależała od zawartości Mg, K, Zn, Cu i Cd w glebie (tab. 4), a w liściach niemytych taka współzależność dotyczy tylko jonów Cu i Cd. Innym przykładem może być współzależność jaka zachodzi pomiędzy Zn a Ni w liściach mytych i jej brakiem w liściach niemytych (tab. 5).

Wnioski

1. Zawartość oznaczonych składników chemicznych w powierzchniowych warstwach badanych gleb (0–10 i 10–20 cm) była zróżnicowana. Na ten stan wyraźnie wpływały także czynniki funkcjonowania aglomeracji miejskiej.
2. Ilość oznaczanych składników chemicznych w liściach lipy drobnolistnej zwykle zależała od usytuowania punktu badawczego (nagromadzenie się pyłu). Pył osiadły na liściach zwiększył zawartość w nich potasu i sodu oraz oznaczonych pierwiastków śladowych (Pb, Cd, Zn, Fe i Mn).

Literatura

- CZARNOWSKA K. 1980. *Akumulacja metali ciężkich w glebach, roślinach i niektórych zwierzętach na terenie Warszawy*. Roczn. Gleb. 31(1): 77–113.
- CZARNOWSKA K. 1997. *Poziom niektórych metali ciężkich w glebach i liściach drzew miast i łodzi*. Roczn. Gleb. 48(3/4): 49–61.
- CZARNOWSKA K. 2000. *Heavy metals in street dust from Warsaw*. Roczn. Gleb. 51(3/4): 26–36.
- GÓRKA P., KOWALSKI S., ZAJUSZ-ZUBEK E. 1998. *Ołów w pyłach i glebach miejskich i jego biodostępność*. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów 4: 139–141.
- NIEDŹWIECKI E., PROTASOWICKI M., KUJAWA D., NIEDŹWIECKA D. 2000a. *Zawartość kadmu i ołowiu w pyłe opadowym w obrębie aglomeracji Szczecińskiej*. Zesz. Nauk. Komitetu „Człowiek i Środowisko” PAN: 201–208.
- NIEDŹWIECKI E., PROTASOWICKI M., WOJCIESZCZUK T. 2000b. *Content of some heavy metals in soil and dust fallout within Szczecin urban area*. First Inter. Conference on Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas. Proceedings, vol. I The unknown urban soil detection resources and faces. University of Essen, Germany July 12–18. 2000. Edited by W. Burghardt and Ch. Dornauf: 75–79.
- WIXSON B.G., DAVIES B.E. 1994. *Guidelines lead in soil – proposal of the Society for Environmental Geochemistry and Health*. Environ. Sci. Technol. 28(1): 27–32.

Słowa kluczowe: skład chemiczny, pył, liście, gleby miejskie. leaves

Streszczenie

W centrum Szczecina wyznaczono 3 powierzchnie badawcze, uwzględniające nasilenie ruchu kołowego. Badaniami objęto powierzchniowe warstwy gleby (0–10, 10–20 cm) oraz liście lipy drobnolistnej z osadzonym pyłem i splukane wodą. Zawartość badanych składników chemicznych w glebie i roślinie zależała od usytuowania punktu badawczego. Tylko na zawartość Mn w liściach lipy drobnolistnej nie miało wpływu ich mycie, a ilość pozostałych oznaczonych składników chemicznych w liściach zależała od ich zanieczyszczenia pyłem ulicznym.

EFFECTS OF DUST POLLUTION ON THE CONTENT OF SOME CHEMICAL COMPONENTS IN THE TREE LEAVES AND IN URBAN SOILS OF SZCZECIN

*Teresa Wojcieszczuk, Edward Niedźwiecki, Marta Wojcieszczuk,
Adam Sammel, Adrianna Zacharewicz*

Department of Soil Science, Agricultural University, Szczecin

Key words: chemical composition, dust, urban soils

Summary

Three sites of different traffic intensity were selected for studies at the center of Szczecin. The samples of soil from surface layers (0–10 and 10–20 cm) as well as the samples of leaves (dusted and washed with water) from small-leaved lime (*T. parviflora*) were taken for chemical analyses. It was found that the amount of chemical components in soil and plants depended on the location of investigated area. Washing of leaves did not affect the content of manganese only, whereas the amount of other chemical components in leaves depended on their pollution with the street dust.

Prof dr hab. Teresa **Wojcieszczuk**
Katedra Gleboznawstwa
Akademia Rolnicza
ul. J. Słowackiego 17
71-434 SZCZECIN
e-mail: teresa.wojcieszczuk@agro.ar.szczecin.pl