

ZAWARTOŚĆ I AKUMULACJA CHROMU W ROŚLINACH NAWOŻONYCH KOMPOSTAMI I WERMIKOMPOSTAMI Z OSADÓW GARBARSKICH

K. Gondek, B. Filipek-Mazur

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza
Al. A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: rrgondek@cyf-kr.edu.pl

Streszczenie. Celem niniejszych badań było określenie wpływu bezpośredniego i następczego zastosowanego nawożenia materiałami organicznymi pochodzenia garbarskiego na zawartość i akumulację chromu w roślinach w warunkach doświadczenia wazonowego. Zawartość chromu w roślinach nawożonych materiałami organicznymi pochodzenia garbarskiego zależała od gatunku i kolejności uprawy. Wysoka koncentracja chromu w materiałach garbarskich stosowanych do nawożenia nie wpłynęła na zwiększenie zawartości tego pierwiastka w częściach nadziemnych. Zawartość chromu w częściach nadziemnych roślin, mogących stanowić potencjalne źródło paszy dla zwierząt, kształtowała się na poziomie wartości niedoborowych. Stwierdzono, że chrom był zatrzymywany w systemie korzeniowym uprawianych roślin, a zróżnicowanie ilości chromu pobranego wynikało z różnic w plonie roślin oraz z zastosowanego nawożenia.

Słowa kluczowe: rośliny, zawartość chromu, osady garbarskie, kompost, wermikompost

WSTĘP

W środowisku życia roślin znajduje się wiele fitotoksycznych substancji, których stężenie zależy od naturalnych i antropogenicznych procesów zachodzących w środowisku. O ile substancje toksyczne powstające w wyniku naturalnych procesów nie prowadzą z reguły do skażenia środowiska przyrodniczego, to procesy antropogeniczne są tego zjawiska bardzo częstą przyczyną. Podatność roślin na działanie zanieczyszczeń oraz zakres ich uszkodzeń zależy od czynników zarówno biotycznych jak i abiotycznych, do których zaliczamy: gatunek, a często odmianę rośliny, stadium rozwojowe – wiek rośliny, warunki klimatyczne, stężenie i czas działania substancji toksycznej [8].

Oprócz zanieczyszczenia środowiska powodowanego przez toksyny znajdujące się w wydzielanych do atmosfery gazach (SO_2 , NO_x , HF), poważny problem stanowią substancje odpadowe zawierające metale ciężkie, do których zaliczamy osady ściekowe, w tym pochodzenia garbarskiego, obciążone nadmiernie chromem [2]. Zasobność tych substancji w składniki pokarmowe i materię organiczną stwarza możliwości ich przyrodniczego wykorzystania [4]. Warunkiem dopuszczenia ich do nawozowego wykorzystania jest spełnienie wymagań pod względem mikrobiologicznym i chemicznym – głównie dotyczących zawartości chromu, a także poddanie ich wcześniejszym procesom przygotowawczym, do których należy m.in. kompostowanie. Oprócz wyżej wymienionych kryteriów ważnym problemem jest wybór właściwego gatunku rośliny, która toleruje obecność toksycznych metali ciężkich w podłożu, głównie chromu, ale nie będzie gromadzić nadmiernych ilości tych substancji w biomasie, co mogło by utrudnić późniejsze wykorzystanie uzyskanego plonu.

Celem badań było określenie wpływu bezpośredniego i następczego zastosowanego nawożenia materiałami organicznymi pochodzenia garbarskiego na zawartość i akumulację chromu w roślinach w warunkach doświadczenia wazonowego.

MATERIAŁY I METODY

Ze względu na nadmierną koncentrację chromu w stosowanych materiałach organicznych badania prowadzono w doświadczeniu wazonowym w hali wegetacyjnej Katedry Chemii Rolnej AR w Krakowie. Założono je w wazonach Mitscherlicha mieszczących 5 kg powietrznie suchej gleby. Do doświadczenia użyto osad organiczny nieprzetworzony z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków Krakowskich Zakładów Garbarskich, komposty i wermikomposty przygotowane z tego osadu z dodatkiem słomy pszennej lub liści drzew owocowych. Dodatek słomy lub liści w kompostach stanowił 20% w stosunku do suchej masy osadu. Czas kompostowania wynosił 9 miesięcy. Po tym czasie część kompostów poddano procesowi wermikompostowania z wykorzystaniem dżdżownicy *Eisenia fetida*, który trwał 6 miesięcy. Do doświadczenia użyto również osad nieprzetworzony z chemicznej oczyszczalni ścieków garbarskich pochodzący z garbarni „Mat” w Cerekwi k/Radomia, jak również kompost i wermikompost przygotowany z tego osadu z dodatkiem 10% słomy w stosunku do suchej masy osadu. Proces kompostowania i wermikompostowania tego osadu prowadzono w sposób analogiczny jak osadu z oczyszczalni mechaniczno-biologicznej. Jako nawożenie porównawcze zastosowano obornik i nawożenie mineralne NPK.

Charakterystykę gleby podano we wcześniejszej publikacji [6].

Dawki nawozów organicznych (zastosowanych w pierwszym roku doświadczenia) obliczono w oparciu o zawartość w nich azotu. Przyjęta dawka azotu wynosiła $1 \text{ g N} \cdot \text{wazon}^{-1}$. Nawożenie fosforem i potasem stosowano w dawce $0,80 \text{ g P}_2\text{O}_5$ i $1,50 \text{ g K}_2\text{O}$ na wazon, w formie czystych chemicznie soli $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i KCl . Dokładną charakterystykę zastosowanych do nawożenia materiałów przedstawiono w Tabeli 1. W doświadczeniu uprawiano sześć roślin, których odmiany i gatunki przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 1. Właściwości chemiczne materiałów użytych w doświadczeniu

Table 1. Chemical composition of materials used in experiment

Materiał	Sucha masa $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	N- ogólny	P_2O_5	K_2O	Cu	Cd	Cr	Pb
		$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	suchej masy		$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suchej masy			
Obornik	190	16,7	9,3	13,7	3,60	0,55	15,1	9,20
Osad biologiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Krakowie								
Osad biologiczny	186	30,4	9,4	1,3	22,40	0,99	7620	12,80
Kompost (osad biologiczny+liście)	320	26,1	11,0	2,9	58,50	0,64	9997	27,40
Kompost (osad biologiczny+słoma)	318	26,7	11,8	2,8	57,90	0,57	10230	27,20
Wermikompost (osad biologiczny+liście)	345	21,6	8,3	3,9	47,30	0,54	7084	24,40
Wermikompost (osad biologiczny+słoma)	329	22,0	10,2	4,5	64,50	0,78	9584	28,80
Osad chemiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Radomiu								
Osad chemiczny	295	24,0	1,9	0,7	11,20	0,39	875	20,30
Kompost (osad chemiczny + słoma)	328	19,2	2,5	1,3	10,10	0,27	458	40,70
Wermikompost (osad chemiczny + słoma)	340	10,5	2,4	1,2	9,50	0,27	386	29,80

W uzyskanych plonach roślin oznaczono zawartość chromu, po uprzedniej mineralizacji na sucho (temp. 450°C przez 5 h) i roztworzeniu próbek w kwasie azotowym (1:2). Oznaczenie chromu wykonano metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (AAS) z użyciem aparatu Philips PU 9100X. Uzyskane wyniki przeliczono na absolutnie suchą masę. Ilości pobranego chromu wyliczono jako iloczyn plonu suchej masy roślin i jego zawartości w plonach.

Tabela 2. Gatunki i odmiany roślin oraz dawki nawozów mineralnych**Table 2.** Species and cultivar of plants and doses of mineral fertilizers

Rok	Uprawiana roślina	Odmiana	Sztuki · wazon ⁻¹	Nawożenie g·wazon ⁻¹		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1996	Proso	Gierczyckie	15	1,00*	0,80**	1,50**
	Gorzycza biała	Nakielska	12	0,50	-	-
1997	Kukurydza	KLK 2210	5	1,00	0,80	1,30
	Słonecznik	Armawijskij	5	0,50	-	-
1998	Pszenżyto jare	Bogo	15	0,80	0,60	1,20
1999	Kukurydza	KLK 2210	6	0,20	-	-

*w formie nawozów organicznych

**uzupełnione mineralnie

WYNIKI

Zastosowane do nawożenia materiały organiczne, pomimo wysokiej zawartości chromu (Tab. 1), nie wpływały w wyraźny sposób na zwiększenie poziomu tego metalu w częściach nadziemnych uprawianych roślin (Tab. 3 i 5). Większy wpływ niż nawożenie miały cechy gatunkowe roślin. W częściach nadziemnych prosa, kukurydzy (uprawianej w drugim roku) oraz w ziarnie pszenżyta stwierdzono tylko w niektórych przypadkach zawartość tego pierwiastka przekraczającą wartość 1mg Cr·kg⁻¹ suchej masy. Więcej chromu gromadziły części nadziemne gorzycy białej (1,17-1,79 mg Cr·kg⁻¹), słonecznika (1,14-1,52 mg Cr·kg⁻¹), słomy pszenżyta (0,62-1,62 mg Cr·kg⁻¹) oraz kukurydzy uprawianej w czwartym roku doświadczenia (1,29-1,78 mg Cr·kg⁻¹ suchej masy) nawożonych materiałami organicznymi. Zawartości te nie odbiegały od oznaczonych w materiale uzyskanym z obiektów nawożonych NPK – mineralnym, obornikiem oraz z obiektu kontrolnego (bez nawożenia). Najwięcej chromu stwierdzono w korzeniach roślin (Tab. 3 i 5). Zawartości te w roślinach z obiektów z nawożeniem materiałami garbarskimi przekraczały znacznie poziom tego pierwiastka w korzeniach roślin z kombinacji z NPK – mineralnym i obornikiem oraz z obiektu kontrolnego. Mniejsze zawartości tego metalu miały korzenie roślin uprawianych w obiektach nawożonych materiałami organicznymi bezpośrednio po ich zastosowaniu (I rok doświadczenia) - od 1,34 do 28,74 mg Cr·kg⁻¹ suchej masy. Zwiększenie zawartości chromu w korzeniach nastąpiło w II roku

doświadczenia (I rok następczego działania nawozowego materiałów organicznych) u kukurydzy i słonecznika (od 13,93 do 88,73 mg Cr·kg⁻¹ suchej masy). Korzenie pszenżyta (II rok działania następczego) pochodzące z obiektów nawożonych materiałami sporządzonymi z osadów ściekowych, jak i samymi osadami, gromadziły mniejsze ilości chromu - od 6,95 do 17,75 mg Cr·kg⁻¹ suchej masy. Zawartości te zwiększyły się w korzeniach kukurydzy uprawianej w III roku następczego działania nawozów organicznych (od 11,72 do 56,51 mg Cr·kg⁻¹ suchej masy).

Tabela 3. Zawartość (mg·kg⁻¹ suchej masy) chromu w częściach nadziemnych i korzeniach roślin uprawianych w pierwszym roku doświadczenia wazonowego

Table 3. Chromium content (mg·kg⁻¹ dry mass) in top parts and roots of plants from 1st year of pot experiment

Obiekty	Proso		Gorzycza biała	
	części nadziemne	korzenie	części nadziemne	korzenie
A. Kontrola	0,64	3,13	1,71	1,35
B. Obornik	0,84	2,66	1,78	1,11
C. NPK-mineralne	0,47	2,29	1,62	3,52
Osad biologiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Krakowie				
D. Osad biologiczny	0,77	28,74	1,79	1,82
E. Kompost (osad biologiczny + liście)	0,72	10,25	1,42	1,34
F. Kompost (osad biologiczny + słoma)	0,54	20,68	1,70	5,57
G. Wermikompost (osad biologiczny + liście)	1,38	12,25	1,53	6,63
H. Wermikompost (osad biologiczny + słoma)	0,66	8,28	1,60	2,71
Osad chemiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Radomiu				
I. Osad chemiczny	0,86	7,83	1,72	3,34
J. Kompost (osad chemiczny + słoma)	0,66	8,95	1,35	2,62
K. Wermikompost (osad chemiczny + słoma)	0,83	9,34	1,17	2,31

Tabela 4. Zawartość ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy) chromu w częściach nadziemnych i korzeniach roślin uprawianych w drugim roku doświadczenia wazonowego

Table 4. Chromium content ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ dry mass) in top parts and roots of plants from 2nd year of pot experiment

Obiekty	Kukurydza		Słonecznik	
	części nadziemne	korzenie	części nadziemne	korzenie
A. Kontrola	0,81	4,89	0,89	3,75
B. Obornik	0,68	5,54	1,09	4,83
C. NPK-mineralne	0,78	9,08	1,39	5,32
Osad biologiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Krakowie				
D. Osad biologiczny	0,80	38,82	1,37	69,54
E. Kompost (osad biologiczny + liście)	0,94	38,00	1,23	41,81
F. Kompost (osad biologiczny + słoma)	0,93	40,57	1,51	71,28
G. Wermikompost (osad biologiczny + liście)	0,91	33,72	1,52	31,49
H. Wermikompost (osad biologiczny +słoma)	1,05	36,88	1,20	83,09
Osad chemiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Radomiu				
I. Osad chemiczny	0,78	13,93	1,39	17,99
J. Kompost (osad chemiczny + słoma)	0,89	28,30	1,14	15,90
K. Wermikompost (osad chemiczny + słoma)	0,67	18,27	1,20	18,73

Ilości chromu pobranego przez badane rośliny było wyraźnie zróżnicowane, co w dużej mierze zależało od wielkości plonów roślin i zastosowanego nawożenia (Tab. 6 i 8) [5]. W częściach nadziemnych roślin nawożonych materiałami pochodzenia garbarskiego jak i tradycyjnie (obornikiem i NPK–mineralnym) stwierdzono zbliżone ilości tego metalu. Zdecydowanie więcej chromu pobierały korzenie roślin, zwłaszcza nawożonych materiałami garbarskimi pochodzenia biologicznego, za wyjątkiem korzeni gorczycy białej.

Sumaryczne ilości pobranego chromu były zróżnicowane w kolejnych latach doświadczenia (Rys. 1). W okresie I – IV roku najwięcej chromu pobrały rośliny uprawiane w obiektach nawożonych osadem biologicznym oraz jego kompostami i wermikompostami (2,401–3,568 mg Cr·wazon⁻¹). Mniejsze pobranie stwierdzono w obiektach nawożonych osadem chemicznym oraz kompostem i wermikompostem z tego osadu (1,222–2,245 mg Cr·wazon⁻¹). Najmniej chromu pobrały rośliny uprawiane na oborniku (0,848 mg Cr·wazon⁻¹) i nawożeniu mineralnym (1,086 mg Cr·wazon⁻¹).

Tabela 5. Zawartość (mg·kg⁻¹ suchej masy) chromu w częściach nadziemnych i korzeniach roślin uprawianych w trzecim i czwartym roku doświadczenia wazonowego

Table 5. Chromium content (mg·kg⁻¹ dry mass) in top parts and roots of plants from 3rd and 4th year of pot experiment

Obiekty	Pszenżyto jare			Kukurydza	
	ziarno	słoma	korzenie	części nadziemne	korzenie
A. Kontrola	1,43	4,43	5,86	1,32	5,16
B. Obornik	2,35	1,43	4,41	1,16	5,36
C. NPK-mineralne	3,61	1,34	6,70	2,04	5,50
Osad biologiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Krakowie					
D. Osad biologiczny	0,37	1,29	13,18	1,55	51,71
E. Kompost (osad biologiczny + liście)	0,84	1,62	17,75	1,29	43,74
F. Kompost (osad biologiczny + słoma)	0,52	1,12	17,60	1,38	56,51
G. Wermikompost (osad biologiczny + liście)	0,43	0,73	11,89	1,49	48,76
H. Wermikompost (osad biologiczny +słoma)	0,52	0,62	10,78	1,55	51,71
Osad chemiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Radomiu					
I. Osad chemiczny	0,50	0,80	6,95	1,65	14,87
J. Kompost (osad chemiczny + słoma)	0,50	1,01	13,35	1,74	13,46
K. Wermikompost (osad chemiczny + słoma)	0,37	1,07	16,54	1,78	11,72

Tabela 6. Ilości chromu ($\text{mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$) w częściach nadziemnych i korzeniach roślin uprawianych w pierwszym roku doświadczenia wazonowego

Table 6. Chromium uptake ($\text{mg}\cdot\text{pot}^{-1}$) with top parts and roots from 1st year of pot experiment

Obiekty	Proso			Gorzycza biała		
	części nadziemne	korzenie	suma	części nadziemne	korzenie	suma
A. Kontrola	0,019	0,015	0,034	0,003	0,001	0,004
B. Obornik	0,027	0,011	0,038	0,032	0,003	0,035
C. NPK-mineralne	0,020	0,012	0,032	0,027	0,009	0,036
Osad biologiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Krakowie						
D. Osad biologiczny	0,028	0,148	0,176	0,032	0,006	0,038
E. Kompost (osad biologiczny + liście)	0,023	0,048	0,071	0,027	0,016	0,043
F. Kompost (osad biologiczny + słoma)	0,016	0,075	0,091	0,032	0,013	0,045
G. Wermikompost (osad biologiczny + liście)	0,045	0,051	0,096	0,028	0,017	0,045
H. Wermikompost (osad biologiczny +słoma)	0,020	0,031	0,051	0,030	0,009	0,039
Osad chemiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Radomiu						
I. Osad chemiczny	0,032	0,034	0,066	0,030	0,009	0,039
J. Kompost (osad chemiczny + słoma)	0,024	0,042	0,066	0,024	0,008	0,032
K. Wermikompost (osad chemiczny + słoma)	0,032	0,047	0,079	0,021	0,007	0,028

Tabela 7. Ilości chromu ($\text{mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$) w częściach nadziemnych i korzeniach roślin uprawianych w drugim roku doświadczenia wazonowego

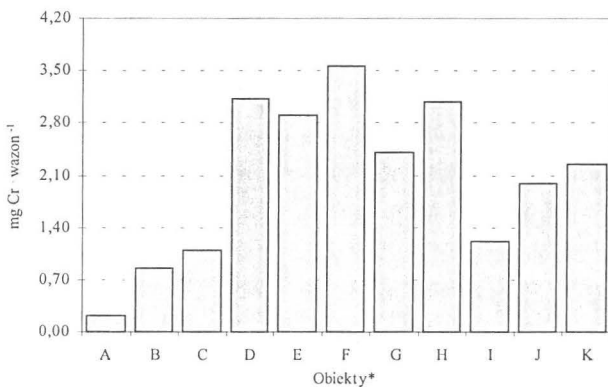
Table 7. Chromium uptake ($\text{mg}\cdot\text{pot}^{-1}$) with top parts and roots from 2nd year of pot experiment

Obiekty	Kukurydza			Słonecznik		
	części nadziemne	korzenie	suma	części nadziemne	korzenie	suma
	$\text{mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$					
A. Kontrola	0,007	0,026	0,033	0,005	0,003	0,008
B. Obornik	0,031	0,089	0,120	0,035	0,028	0,063
C. NPK-mineralne	0,031	0,167	0,198	0,033	0,021	0,054
Osad biologiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Krakowie						
D. Osad biologiczny	0,019	0,339	0,358	0,077	0,719	0,796
E. Kompost (osad biologiczny + liście)	0,029	0,386	0,415	0,053	0,321	0,374
F. Kompost (osad biologiczny + słoma)	0,030	0,468	0,498	0,072	0,676	0,748
G. Wermikompost (osad biologiczny + liście)	0,032	0,348	0,380	0,076	0,251	0,327
H. Wermikompost (osad biologiczny +słoma)	0,026	0,326	0,352	0,064	0,785	0,849
Osad chemiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Radomiu						
I. Osad chemiczny	0,026	0,153	0,179	0,053	0,086	0,139
J. Kompost (osad chemiczny + słoma)	0,026	0,234	0,260	0,045	0,555	0,100
K. Wermikompost (osad chemiczny + słoma)	0,021	0,150	0,171	0,051	0,071	0,122

Tabela 8. Ilości chromu ($\text{mg}\cdot\text{wazon}^{-1}$) w częściach nadziemnych i korzeniach roślin uprawianych w trzecim i czwartym roku doświadczenia wazonowego

Table 8. Chromium uptake ($\text{mg}\cdot\text{pot}^{-1}$) with top parts and roots from 3rd and 4th year of pot experiment

Obiekty	Pszonżyto jare				Kukurydza			
	ziarno	słoma	korzenie	suma	części nadziemne	korzenie	suma	
A. Kontrola	0,013	0,039	0,052	0,104	0,020	0,017	0,038	
B. Obornik	0,121	0,074	0,228	0,423	0,081	0,088	0,169	
C. NPK-mineralne	0,189	0,070	0,350	0,609	0,101	0,056	0,157	
Osad biologiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Krakowie								
D. Osad biologiczny	0,022	0,076	0,777	0,875	0,010	0,780	0,790	
E. Kompost (osad biologiczny + liście)	0,047	0,091	0,999	1,137	0,086	0,782	0,868	
F. Kompost (osad biologiczny + słoma)	0,029	0,064	0,996	1,089	0,080	1,006	1,086	
G. Wermikompost (osad biologiczny + liście)	0,025	0,043	0,702	0,770	0,087	0,697	0,784	
H. Wermikompost (osad biologiczny +słoma)	0,030	0,036	0,623	0,689	0,102	0,994	1,096	
Osad chemiczny z oczyszczalni ścieków garbarskich w Radomiu								
I. Osad chemiczny	0,028	0,045	0,389	0,462	0,081	0,208	0,289	
J. Kompost (osad chemiczny + słoma)	0,030	0,060	0,790	0,880	0,095	0,223	0,318	
K. Wermikompost (osad chemiczny + słoma)	0,022	0,064	0,992	1,078	0,105	0,179	0,284	



Rys. 1. Sumaryczne ilości ($\text{mg} \cdot \text{wazon}^{-1}$) chromu w płonach części nadziemnych i korzeni roślin uprawianych w doświadczeniu wazonowym (1996 – 1999).

*jak w Tabeli 3.

Fig. 1. Total chromium uptake ($\text{mg} \cdot \text{pot}^{-1}$) with top parts and roots from plants of pot experiment (1996–1999).

*see Table 3.

DYSKUSJA

Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych jest najprostszym i najtańszym sposobem ich unieszkodliwiania. Jednak zasobność tych materiałów w składniki odżywcze oraz ich korzystny wpływ na właściwości gleby nie przesądzają o ich stosowaniu w rolnictwie. Powodem tego jest nie rozstrzygnięty do tej pory problem nadmiernej zawartości metali ciężkich, które mogą powodować obniżenie jakości uprawianych roślin, a także zanieczyszczać glebę.

Uzyskane wyniki badań wskazują, że zawartość chromu w roślinach nawożonych materiałami organicznymi zależała od gatunku i kolejności uprawy w zmianowaniu, jednocześnie wyniki te nie potwierdzają jednoznacznie wzrostu zawartości chromu w częściach nadziemnych roślin nawożonych materiałami organicznymi pochodzenia garbarskiego. Nie bez znaczenia pozostaje mała mobilność chromu w glebie po zastosowaniu tych materiałów, co było przedmiotem badań zamieszczonych w innej publikacji [6]. Pomimo dużej koncentracji tego pierwiastka w materiałach zastosowanych do nawożenia, zawartość chromu w częściach nadziemnych roślin, mogących stanowić potencjalne źródło paszy dla zwierząt, kształtowała się na poziomie wartości niedoborowych [7]. Generalnie można stwierdzić, że chrom był zatrzymywany w systemie korzeniowym uprawianych roślin. Wyniki badań

własnych są potwierdzeniem doświadczeń przeprowadzonych przez innych autorów. Dudka i in. [1] badając zawartość metali śladowych w owsie i kukurydzy uprawianych na glebach nawożonych mieszanym, komunalno-przemysłowym osadem ściekowym stwierdzili, że zawartość m.in. chromu w tych roślinach nie zmieniła się wyraźnie pod wpływem zastosowanych dawek osadu ściekowego. Kukurydza zawierała więcej chromu niż owies, co wynika, jak tłumaczą autorzy, z różnic gatunkowych w pobieraniu tego metalu. Piotrowska i in. [9] badając wpływ takiego samego osadu ściekowego na zawartość pierwiastków śladowych w koni-czynie białej, pomimo trzykrotnego zwiększenia zawartości chromu w glebie nie stwierdzili wzrostu jego zawartości w roślinach. Filipek-Mazur [2] w badaniach nad wartością nawozową osadów organicznych z biologiczno-mechanicznej oczyszczalni ścieków garbarskich po separacji chromu, wykazała, że zawartość chromu była znacznie wyższa w korzeniach niż częściach nadziemnych roślin i zależała od dawki stosowanych materiałów, która wpłynęła na koncentrację tego metalu w glebie. W częściach nadziemnych Autorka z reguły nie stwierdzała podwyższonej zawartości chromu. Omawiane wyniki badań są zgodne ze stwierdzeniem Filipek-Mazur [2]. Również potwierdzeniem uzyskanych wyników są wcześniejsze badania Filipek-Mazur i Gondka [3], nad wpływem dawki i formy chromu na plonowanie oraz zawartość tego metalu w roślinach. W badaniach tych zawartość chromu w częściach nadziemnych roślin była niska, natomiast, w stosunku do kontroli, wzrost dawki tego metalu powodował jego zwiększenie w korzeniach roślin. Wyniki badań własnych dowodzą, że stosowanie materiałów organicznych z garbarni nie powodowało gromadzenia nadmiernych ilości chromu w roślinach, a główna część pobranego chromu była zatrzymywana w masie systemu korzeniowego.

WNIOSKI

1. Zawartość chromu w roślinach nawożonych materiałami organicznymi pochodzenia garbarskiego zależała od ich gatunku i kolejności uprawy w zmianowaniu.
2. Wysoka koncentracja chromu w materiałach garbarskich stosowanych do nawożenia nie wpłynęła na zwiększenie zawartości tego pierwiastka w częściach nadziemnych uprawianych roślin, natomiast wyraźną akumulację stwierdzono w korzeniach.
3. Zawartość chromu w częściach nadziemnych roślin, mogących stanowić potencjalne źródło paszy dla zwierząt, kształtowała się na poziomie wartości niedoborowych.

4. Stwierdzono zróżnicowane ilości chromu pobranego, które wynikały z różnic w plonie roślin oraz z zastosowanego nawożenia, a także sposobu przetworzenia badanych nawozów.

PIŚMIENNICTWO

1. **Dutka S., Piotrowska M., Galczyńska B., Bolibrzuch E.:** Zawartość metali śladowych w owsie (*Avena sativa* L.) i kukurydzy (*Zea mays* L.) uprawianych na glebach z osadem ściekowym. In: Wpływ nawożenia osadem ściekowym na zawartość metali śladowych w roślinach. Wyd. IUNG Puławy, R(277), 5-18, 1991.
2. **Filipek-Mazur B.:** Badania nad wartością nawozową osadów organicznych z biologiczno-mechanicznej oczyszczalni ścieków garbarskich po separacji chromu. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Ser. Rozprawy 227, 1-112, 1997.
3. **Filipek-Mazur B., Gondek K.:** Wpływ formy i dawki chromu na plonowanie roślin i zawartość tego metalu w roślinach oraz w glebie. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna*, 6/7, 587-594, 1999.
4. **Filipek-Mazur B., Gondek K.:** Dynamika składu chemicznego osadów z biologiczno-mechanicznej oczyszczalni ścieków garbarskich. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 37, 17-24, 2000.
5. **Gondek K.:** Komposty i wermikomposty z osadów garbarskich jako surowiec do produkcji biomasy z przeznaczeniem na kompost. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., (w druku).
6. **Gondek K., Filipek-Mazur B.:** Ocena zawartości mobilnych form chromu w glebie jako efekt stosowania osadów garbarskich nieprzetworzonych i kompostowanych. *Acta Agrophysica*, (w druku).
7. **Gorlach E.:** Zawartość pierwiastków śladowych w roślinach pastewnych jako miernik ich wartości. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 262, Ses. Nauk. 34, 13-22, 1991.
8. **Kopcewicz J., Lewak S.:** Podstawy fizjologii roślin. Wyd. PWN, Warszawa, 1998.
9. **Piotrowska M., Dutka S., Galczyńska B.:** Zawartość metali śladowych w koniczynie białej (*Trifolium repens* L.) uprawianej na glebach z osadem ściekowym. In: Wpływ nawożenia osadem ściekowym na zawartość metali śladowych w roślinach. Wyd. IUNG Puławy, R (277), 19-31, 1991.

CONTENTS AND ACCUMMULATION OF CHROMIUM BY PLANTS
FERTILISED WITH COMPOSTS AND VERMICOMPOSTS
OF TANNERY SLUDGE

K. Gondek, B. Filipek-Mazur

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University
Al. A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
rrgondek@cyf-kr.edu.pl

Summary. The investigations aimed at determination of direct and consecutive effects of treatment with tannery organic materials on the contents and accumulation of chromium by plants cultivated in a pot experiment. Obtained results reveal that both the contents and uptake of

chromium by plants fertilised with the organic materials depended on the yield, species and position in crop succession. High concentration of chromium in tannery materials used for the treatment did not affect increase radically this element contents in the plant top parts, and at the same time chromium contents in the plant top parts which may be a potential source of animal fodder remained on a deficit level. Generally it was found that chromium was blocked mainly in the root system of the cultivated plants.

Key words: plants, chromium content, tannery sludge, compost, vermicompost.