

ZAWARTOŚĆ CHROMU W ROŚLINACH PASTEWNYCH I JEGO POBRANIE Z PLONEM

Jacek Czekala

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

Wstęp

Chrom jest ważnym elementem żywieniowym dla ssaków [HAMBRIGDE 1974; GAUGLHOFER, BANCHI 1991], ale nadal nie jest zaliczany jako niezbędny w żywieniu zwierząt [PREŠ, KINAL 1996]. Ocenia się, że dzienne zapotrzebowanie zwierząt na chrom wynosi 0,1 do 0,2 mg·kg⁻¹ masy ciała [GÜNDNER 1982], a głównym źródłem chromu dla zwierząt jest pożywienie (60–75%), w mniejszym stopniu woda pitna.

Z żywieniowego punktu widzenia problemem jest niewielkie wykorzystanie chromu przez organizm zwierzęcia, wynoszące 1–2% z nieorganicznych związków, a do 25% z organicznych. Z badań wynika, że chrom najlepiej wchłaniany jest z połączeń biologicznie aktywnych [HAMBRIGDE 1974]. Z tego względu ważna jest znajomość zawartości chromu w paszach, w tym i w roślinach pastewnych, chociaż nie daje to odpowiedzi – w jakich połączeniach pierwiastek ten znajduje się w tych roślinach.

W prezentowanej pracy przedstawiono wyniki wieloletnich badań nad zawartością chromu w różnych roślinach pastewnych oraz jego pobranie z plonem.

Materiał i metody

Materiał badawczy pochodził z różnych wieloletnich, ścisłych doświadczeń polowych, prowadzonych przez Katedrę Chemii Rolnej i Katedrę Uprawy Roli i Roślin AR w Poznaniu oraz z COBORU (Słupia Wielka). W pracy przedstawiono tylko część badanego materiału, obejmującego 1219 prób roślin reprezentujących 10 gatunków.

Chrom oznaczono kolorymetrycznie z difenylokarbazydem, według metody przedstawionej przez ANDRZEJEWSKIEGO [1970].

Wyniki

Dane przedstawione w tabeli 1 wskazują na duże zróżnicowanie między gatunkami roślin w gromadzeniu chromu. Najmniej chromu gromadziły rośliny

motylkowate, chociaż i między nimi wykazano duże różnice. Średnia zawartość pierwiastka w zielonce lucerny i koniczyny czerwonej wynosiła 0,09 mg Cr·kg⁻¹ s.m., przy bardziej stabilnej zawartości pierwiastka w lucernie. Świadczy o tym niska wartość błędu standardowego (SD = 0,026) jak i współczynnika zmienności (V = 28%). Również zakres skrajnych zawartości chromu w lucernie był niewielki i wynosił od 0,06 do 0,14 mg·kg⁻¹ s.m. wobec 0,04 do 0,28 mg·kg⁻¹ s.m. koniczyny czerwonej. Z kolei w zielonce koniczyny białej średnia zawartość chromu wynosiła 0,32 mg·kg⁻¹ s.m., w zakresie 0,12 do 2,93 mg·kg⁻¹ s.m., przy wyraźnych różnicach między odmianami (tab. 2).

Tabela 1; Table 1

Zawartość chromu w roślinach pastewnych (mg·kg⁻¹ s.m.)
Chromium content in fodder plants (mg·kg⁻¹ DM)

Rośliny; Plants	n	Zawartość; Content		SD	V (%)
		zakres; range	średnio; mean		
Lucerna; Lucerne	28	0,06–0,14	0,94	0,520	56
Koniczyna czerwona – zielonka Red clover – green matter	97	0,04–0,28	0,09	0,083	68
Ziemiaki – bulwy Potato – tubers	105	0,02–0,45	0,21	0,109	52
Koniczyna biała – zielonka White clover – green matter	140	0,12–2,93	0,32	0,215	67
Kapusta pastewna; Fodder kale	15	0,18–0,54	0,32	0,066	21
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	320	0,03–1,78	0,35	0,301	86
Żyto pastewne; Fodder rye	193	0,04–2,10	0,39	0,323	84
Kukurydza na zielonkę – cała roślina Silage maize – whole plant	22	0,27–1,40	0,51	0,422	83
Burak pastewny; Fodder beet					
korzenie; roots	72	0,2–1,26	0,48	0,249	50
liście; leaves	72	0,34–1,26	0,71	0,785	36
Słonecznik; Sunflower					
liście; leaves	35	0,32–2,56	0,71	9,212	38
łodygi; stems	108	0,18–2,80	1,19	0,847	32
koszyczek; flower head	12	0,15–4,52	1,70	1,999	12

n – ilość powtórzeń; repetition number
SD – odchylenie standardowe; standard deviation
V – współczynnik zmienności; coefficient variation

Tabela 2; Table 2

Średnia zawartość chromu w odmianach roślin (średnia za 6 lat)
Mean content of chromium in plants cultivars (average for 6 years)

Roślina; Plant	Odmiana; Variety	Zawartość chromu Chromium content (mg·kg ⁻¹ s.m.; mg·kg ⁻¹ DM)
Koniczyna biała; White clover	Podkowa	0,16
	Rema	0,30
Ziemiak – bulwy Potato – tubers	Pilica, Duet	0,06
	Atol, Bryza, Frezja	0,28
Słonecznik – liście Sunflower – leaves	Iregi	1,03
	Kirsvardei	1,36

Wyrównanym gromadzeniem chromu charakteryzowała się kapusta pastewna zawierająca średnio $0,32 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w zakresie wahań od $0,18$ do $0,54 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.

Bulwy ziemniaka, rośliny o istotnym znaczeniu w żywieniu ludzi i zwierząt, gromadziły chrom w ilościach od $0,02$ do $0,45 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, średnio $0,21 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. W przypadku tej rośliny stwierdzono jednak pewną zależność gromadzenia chromu od skrobiowości. Mniej chromu kumulowały bulwy odmian o wysokiej skrobiowości (17–20%), co dotyczyło odmiany Pilica i Duet, a więcej bulwy odmian charakteryzujących się niską skrobiowością (13–15%), co zaobserwowano u odmian Atol, Bryza i Frezja (tab. 2).

Przykład buraka pastewnego dowodzi, że chrom akumulowany jest w zróżnicowanych ilościach między częściami rośliny. W korzeniach buraka stwierdzono od $0,2$ do $1,26 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, średnio $0,48 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., a w liściach odpowiednio od $0,34$ do $1,26 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, średnio $0,72 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 1). Oznacza to, że liście buraka gromadziły o około 48% więcej chromu niż korzenie.

Spośród roślin okopowych rośliną akumulującą większe ilości chromu była marchew pastewna. W korzeniach tej rośliny stwierdzono średnią zawartość $0,94 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w zakresie od $0,44$ do $2,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Oznacza to, że marchew gromadzi trzykrotnie więcej chromu w porównaniu do kapusty pastewnej i ponad czterokrotnie więcej od bulw ziemniaka (tab. 1).

Najbardziej interesującą rośliną, spośród badanych pod względem gromadzenia chromu, był słonecznik, którego liście zawierały średnio $0,71 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, następnie łodygi ($1,19 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), a najwięcej koszyczek ($1,70 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Na tle zróżnicowanych zawartości chromu w roślinach interesującym wydaje się być sumaryczne pobranie pierwiastka z plonem. W odniesieniu do chromu było ono małe, wynosząc średnio od $0,5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ w przypadku bulw ziemniaka do $10,0 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ dla kukurydzy uprawianej na zielonkę (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Pobranie chromu z plonem roślin pastewnych
Chromium uptake with the yield of fodder crop

Roślina; Plant	Pobranie; Uptake (g Cr·ha ⁻¹)	
	zakres; range	średnio; mean
Ziemniaki (bulwy); Potato (tubers)	0,1–1,6	0,5
Koniczyna czerwona (zielonka); Red clover (green matter)	0,5–1,0	0,8
Koniczyna biała (zielonka); White clover (green matter)	0,2–2,9	0,9
Lucerna; Lucerne	0,7–1,6	1,0
Żyto pastewne; Fodder rye (n=94)	0,5–2,0	1,2
Kapusta pastewna; Fodder kale	0,8–3,0	2,1
Życica wielokwiatowa; Italian ryegrass	1,0–3,7	2,3
Słonecznik; Sunflower	0,9–20,5	6,2
Burak pastewny; Fodder beet		
korzenie; roots	0,9–15,3	4,1
liście; leaves	1,9–7,4	3,7
razem; total	2,8–22,7	7,8
Kukurydza na zielonkę; Silage maize	0,9–42,1	10,0

Dyskusja

Z przeprowadzonych badań wynika, że chrom jest pierwiastkiem pobieranym przez rośliny pastewne w małych ilościach. Jego zawartości mieściły się najczęściej w przedziale od 0,11 do 0,50 mg·kg⁻¹ s.m. Wiarygodność danych potwierdza duża ilość badanych prób (1219), sporadycznie spotykana w publikacjach odnoszących się do jednego składnika.

Wyniki te są zdecydowanie niższe od przedziału jaki wykazali MYTTENAERE i MOUSNY [1974], ale mieszczące się w zakresie podanym przez EL-BASSAM [1978]. Z kolei KABATA-PENDIAS i PIOTROWSKA [1984] przedstawiły dane świadczące o tym, że zawartości chromu w korzeniach spichrzowych roślin wynosiły do 4 mg·kg⁻¹ s.m., a w warzywach liściastych do 10 mg Cr·kg⁻¹ s.m. Ponieważ wyniki przedstawione w pracy pochodzą z badań wieloletnich i dotyczą roślin uprawianych w warunkach nieskażonych, można powiedzieć, że naturalne zawartości chromu w roślinach są niższe od przedstawionych przez cytowane wyżej Autorki. Wskazuje to również na małą aktywność i dostępność chromu glebowego, którego większe pobranie może być związane z wprowadzeniem pierwiastka do środowiska. Dotyczyć to może przede wszystkim gleb lekkich, co wykazał w swoich badaniach CZEKAŁA [1997]. Tym bardziej, że chrom w glebie podlega stosunkowo szybko unieruchomieniu, co wiąże się między innymi z jego silną sorpcją.

Według Melsteda [cyt. za BAKER, CHESNIN 1975] graniczna zawartość chromu w roślinach wynosi 2 mg·kg⁻¹ s.m. Wyniki własne jak i dane literaturowe dowodzą jednak, że rośliny w naturalnych warunkach sporadycznie osiągają tę granicę. Są jednak doniesienia wskazujące na możliwość pobierania przez rośliny z gleb nieskażonych chromu w ilościach przekraczających przedstawioną wyżej granicę zawartości [ANDRZEJEWSKI i in. 1971].

W związku z tym powstaje problem – czy rośliny takie należy wyeliminować z żywienia zwierząt. Wydaje się że nie, tym bardziej, że nie ma udokumentowanych danych świadczących o toksycznym działaniu chromu zawartego w roślinach pastewnych na organizm zwierząt. Poza tym, jak zaznaczono we wstępie, wykorzystanie pierwiastka przez organizm jest małe i nie zapewnia pokrycia zapotrzebowania na chrom. Dotychczasowe badania dowodzą natomiast, że w żywieniu dla ludzi i zwierząt chrom powinien być w ilościach niezbędnych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu, i to głównie w połączeniach organicznych. Tylko takie związki chromu gwarantują właściwe wykorzystanie pierwiastka przez organizm [MERTZ 1975].

Mówiąc o chromie należy jednak wyraźnie podkreślać różnice działania w zależności od poziomu utlenienia pierwiastka, bowiem toksyczny efekt na organizm żywy dotyczy wyłącznie chromu sześciowartościowego.

Wnioski

1. Rośliny pastewne uprawiane w naturalnych warunkach gromadzą małe ilości chromu, sporadycznie przekraczając 1,0 mg·kg⁻¹ s.m.
2. Stwierdzono różnice w zawartości chromu między gatunkami i odmianami roślin, spośród których najmniej pierwiastka gromadziły rośliny motylkowe, najwięcej marchew pastewna i słończnik.
3. Rośliny pastewne pobierały z plonem od 0,5 do 10 g Cr·ha⁻¹.

Literatura

- ANDRZEJEWSKI M. 1970. Wykorzystanie odpadów skóry chromowej, jako źródło azotu w nawożeniu roślin. Roczn. Nauk. Rol., Ser. A 96(2): 315–328.
- ANDRZEJEWSKI M., BALUK A., CZEKAŁA J. 1971. Zawartość chromu w trawach łąkowych w zależności od nawożenia i pokosu. Prace Kom. Nauk Roln. i Leśnych PTPN, Poznań 31: 11–19.
- BAKER D.E., CHESNIN L. 1975. Chemical monitoring of soils for environmental quality and animal and human health. Adv. Agron. 27: 306–374.
- CZEKAŁA J. 1997. Chrom w glebie i roślinie. Występowanie, sorpcja i pobieranie w zależności od jego formy i dawki, właściwości środowiska i nawożenia. Roczniki AR w Poznaniu 274: 90 ss.
- EL-BASSAM N. 1978. Spurenelemente: Nährstoffe und Gift zugleich. Kali – Briefe 14(4): 255–272.
- GAUGLHOFER J., BIANCHI V. 1991. Chromium, w: *Metals and their compounds in the environment*. Merrin E. (red.). VCH, Weinheim, New York, II, 7: 853–878.
- GRÜNDER D.H. 1982. Belastungsgrenzen für Schwermetalle bei Hauswiederkäuern. Landw. Forsch. Sonderh. 39: 60–93.
- HAMBRIGDE M. 1974. Chromium nutrition in man. Am. J. Clin. Nut. 27: 505–514.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M. 1984. Zanieczyszczenie gleb i roślin uprawnych pierwiastkami śladowymi. CBR Warszawa: 26 ss.
- MERTZ W. 1975. Effects and metabolism of glucose tolerance factor (GTF). Nutr. Rev. 35(5): 129–135.
- MYTTENARE C., MOUSNY J.M. 1974. The distribution of chromium – 51 in lowland rice in relation to the chemical form and to the amount of stable chromium in the nutrient solution. Plant Soil. 41: 65–72.
- PREŚ J., KINAL S. 1996. Aktualne spojrzenie na sprawę zaopatrzenie zwierząt w mikroelementy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 1043–1061.

Słowa kluczowe: chrom, rośliny pastewne, zawartość, pobranie

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki wieloletnich badań polowych nad zawartością chromu w roślinach pastewnych, uprawianych na glebach niezanieczyszczonych chromem, i jego pobraniem z plonem.

Stwierdzono, że badane rośliny zawierają chrom najczęściej w granicach od 0,11 do 0,50 mg·kg⁻¹ s.m. Najmniej pierwiastka gromadziły rośliny motylkowate, najwięcej słonecznik i korzenie marchwi pastewnej. Z plonem rośliny pobierały od 0,5 do 10 g Cr·kg⁻¹.

CHROMIUM CONTENT IN FODDER PLANTS AND ITS UPTAKE BY THE CROP YIELD

Jacek Czekala

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University, Poznań

Key words: chromium, fodder plants, content, uptake

Summary

The current paper presents the results of long-term field experiments related to chromium content in fodder plants cultivated on the soil not contaminated with chromium. Moreover, the chromium uptake with the yield of these crops was evaluated.

It was found that the chromium contents in analysed plants ranged from 0.11 to 0.50 mg·kg⁻¹ dry matter. The lowest amounts of chromium were accumulated in legume plants, whereas the highest in sunflower fodder carrot. Chromium uptake with the plant yield ranged within 0.5–10 g Cr·ha⁻¹.

Dr hab. Jacek **Czekala**
Katedra Chemii Rolnej
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego
ul. Wojska Polskiego 71 F
60-625 POZNAŃ
e-mail: monja@owl.au.poznan.pl