

DZIAŁANIE CHROMU NA PLONOWANIE NIEKTÓRYCH ROŚLIN

Marceli Andrzejewski, Jacek Czekala

Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej AR, Poznań

Chrom należy do tych mikroelementów, które uważane były dotychczas za zbędne lub obojętne dla życia roślin. Stąd też stosunkowo małe zainteresowanie tym mikroelementem [10]. Niektórzy autorzy stwierdzili jednak jego niezbędność dla życia zwierząt [11].

W odniesieniu do chromu panuje daleko idąca ostrożność, spowodowana przeświadczeniem o jego toksycznym i rakotwórczym działaniu [11], pomimo że brak jest przekonujących danych, które potwierdziłyby taką tezę. Badania nad działaniem chromu są konieczne chociażby ze względu na stosowanie w rolnictwie odpadów przemysłowych i komunalnych zawierających mniejsze lub większe ilości tego pierwiastka. Dobrzański i inni [8] podają, że odpady kopalniane i hutnicze zawierają około 10 000 ppm chromu. Duże jego ilości zawierają również osady komunalne [6] i pyły opadów przemysłowych dostające się do gleby, zwłaszcza w rejonach silnie uprzemysłowionych. Wiadomo, że chrom aktywnie uczestniczy w przemianach węglowodanów, gromadzeniu chlorofilu, w procesach oksydo-redukcyjnych w roślinie oraz ma swój udział w aktywacji wielu enzymów [11]. Poza tym nie wyklucza się pewnej roli, czy wręcz bezpośredniego udziału chromu w biosyntezie białek, chociaż niektórzy autorzy [13] stwierdzili małą trwałość kompleksu Cr-białko. Zawartość chromu w roślinach waha się od 0,1 do 10 ppm i zależy od gatunku roślin, zawartości Cr w glebie, odczynu gleby i wielu innych czynników. Średnia zawartość chromu ogólnego w glebach polskich wynosi według Roszyka i Waclawka [14, 15] od 20 do 200 ppm, jednak rośliny prawdopodobnie pobierają tylko chrom rozpuszczalny w wodzie [2].

Chrom ze związków rozpuszczalnych w wodzie jest uwsteczniany w glebie zarówno przez związki próchniczne, jak i przez minerały ilaste i niektóre sole, głównie fosforu i wapnia [3]. Stąd też największe ilości

Cr znajdują się przeważnie w warstwie ornej [4] i tuż pod jej powierzchnią [9]. Celem przedstawionej pracy było zbadanie działania różnych dawek chromu na wzrost i plonowanie roślin oraz na pobieranie przez nie azotu i chromu.

METODY BADAŃ

W 1976 r. założono doświadczenie wazonowe na piasku kwarcowym — 7 kg piasku ze zróżnicowanymi dawkami chromu (tab. 1) w formie $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ i z dwiema formami azotu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i KNO_3 . Nawożenie podstawowe wynosiło: 1,5 g P_2O_5 , $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 1,68 g K_2O w formie KNO_3 i w serii z $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ w formie K_2SO_4 , 0,5 g MgSO_4 , 5 g CaCO_3 oraz 200 mg $\text{MnSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, 50 mg ZnSO_4 , 50 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, 10 mg molibdenu amonu, 10 mg CoSO_4 , 10 mg H_3BO_4 , 200 mg cytrynianu żelaza. Azot uzupełniono dwukrotnie do dawki 1,2 g N na wazon azotanem wapnia lub siarczanem amonu. Doświadczenie wykonano w 6 powtórzeniach pozostawiając 4 powtórzenia do pełnej dojrzałości roślin. Rośliną doświadczalną była soja pochodzenia kanadyjskiego (Alba 868). W czasie wegetacji zbierano żółknące liście, zaś nasiona zebrano w końcu sierpnia.

W 1977 r. jako nawozu azotowego użyto pod soję tylko KNO_3 , 0,5 g N przed siewem, a dokarmiano azotanem amonu w dawkach po 100 mg N w odstępach tygodniowych do 1,5 g N na wazon. Pozostałe nawozy zastosowano tak samo jak w 1976 r. Pod gorczycę zastosowano połowę tej ilości nawozów co pod soję, a azotanem amonu dokarmiano do 1 g N. Na początku kwitnienia gorczyicy uzupełniono też ilość potasu do 1,2 g K_2O na wazon w formie KCl . Dawki chromu pod soję i gorczycę były jednakowe i wynosiły 25-200 mg Cr na wazon.

Ponieważ piasek kwarcowy nie jest wolny od chromu (0,4 mg Cr na kg), wpływ tego pierwiastka na rośliny badano również w kulturach wodnych z zastosowaniem pożywki Knopa wymienianej co tydzień. Roślinami doświadczalnymi były sałata i soja. Rózsadę sałaty wyprodukowano na gazie bawełnianej, zanurzonej kilka mm w wodzie destylowanej. Po pojawieniu się trzeciego liścia sałatę przeniesiono do pożywki w słojach z ciemnego szkła o pojemności 3 dcm³. Nasiona soi umieszczono w tamponikach z waty bezpośrednio nad pożywką. Na każdym słoju umieszczono po 3 rośliny. Chrom zastosowano w formie $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ w ilości 1 i 2 mg Cr na słój. W okresie pełni kwitnienia zebrano gorczycę i soję z 2 powtórzeń, pozostawiając 4 powtórzenia do pełnej dojrzałości nasion. W nasionach, liściach i łodygach oznaczono zawartość azotu ogólnego, fosforu i potasu oraz chromu [2].

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Stwierdzono, że plon soi uprawianej na piasku kwarcowym zależał przede wszystkim od formy azotu (tab. 1). Azotany potasu i wapnia okazały się lepszym źródłem azotu niż siarczany amonu. Wzrastające dawki chromu spowodowały zwiększenie plonu nasion soi niezależnie od formy azotu i przyczyniły się do lepszego wykorzystania przez soję azotu i podłoża. W serii z NO_3 stwierdzono, że wraz ze wzrostem dawki chromu zwiększyło się pobranie azotu. W fazie kwitnienia nie stwierdzono istotnych różnic w plonach s.m. gorzycy i soi, chociaż u soi zaobserwowano wzrost zawartości azotu.

Działanie chromu na plony nasion soi i gorzycy w 1977 r. było niewielkie (tab. 2). Istotny wpływ wzrastających dawek chromu stwierdzono w plonie liści i łodyg soi. Chrom spowodował obniżenie zawartości azotu w nasionach i częściowo także gorzycy oraz spowodował wzrost tej zawartości w łodygach obu roślin, co jest zgodne z obserwacjami niektórych autorów [13] dotyczących powstawania kompleksów białka z chromem w częściach wegetatywnych roślin. We wcześniejszych stadiach rozwoju stwierdzono bowiem wyraźny wzrost zawartości azotu w roślinach żywionych chromem i większą zawartość azotu w łodygach.

Nawożenie chromem miało niewielki wpływ na zawartość potasu zwłaszcza w plonie soi, natomiast gorzycy zareagowała nieznacznym zwiększeniem zawartości K_2O w łodygach. Wzrastające dawki chromu spowodowały wyraźny spadek zawartości P_2O_5 we wszystkich składnikach plonu soi i w łodygach gorzycy (tab. 3). Zmniejszenie zawartości P_2O_5 pod wpływem wzrastających dawek chromu może być wytłumaczone bardzo dużym powinowactwem chromu i fosforu oraz słabą rozpuszczalnością powstającego CrPO_4 . O silnym związaniu chromu w glebie świadczą jego niskie zawartości w plonach gorzycy i soi. Należy stwierdzić, że nawożenie chromem nie miało praktycznie żadnego wpływu na zawartość Cr w nasionach i niewielki wpływ na zawartość tego pierwiastka w pozostałych plonach (tab. 4). W porównaniu z zastosowanymi dawkami chromu pobranie tego pierwiastka przez rośliny było wyjątkowo małe. W kulturach wodnych nie stwierdzono pozytywnego działania chromu na plony suchej masy roślin. Przy ciągłej wymianie pożywki dawki chromu były nawet szkodliwe, zwłaszcza dla rozwoju korzeni, o czym świadczy także zawartość w nich bardzo dużych ilości chromu (tab. 5).

Doświadczenie w kulturach wodnych ujawniło, że pożywka nie była wolna od chromu, pomimo stosowania do jej przyrządzenia wody podwójnie destylowanej i odczynników czystych do analizy. Źródłem chromu mogły być nasiona, ale w przypadku drobnonasiennej sałaty jest to źródło wątpliwe. Na podstawie wyników badań Hauffmana i Allwaya [12]

Tabela I

Plon soi w g/wazon i zawartość azotu (1976 r.)

Nawożenie mg Cr/kg piasku	Zawartość (%) i pobranie azotu (mg)															
	Nasiona		Liście		Łodygi		Razem		nasiona		liście		łodygi		razem	
									%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
0	13,1	24	31,9	69,0	4,13	541,0	0,777	186,5	0,525	167,4	894,9					
12,5	15,1	26	33,4	75,2	4,31	650,8	0,833	216,6	0,473	158,0	1025,4					
25	16,0	30	33,9	79,9	4,23	676,8	0,812	243,6	0,413	140,0	1059,8					
50	16,1	31	33,5	80,6	4,20	676,2	0,798	247,4	0,455	152,4	1076,0					
0	11,5	24	27,2	62,7	3,95	454,3	0,784	179,5	0,423	115,1	748,9					
12,5	10,8	23	25,0	56,6	3,71	400,7	0,707	162,2	0,418	104,5	667,8					
25	12,6	28	27,5	67,6	3,64	458,6	0,742	207,8	0,430	118,2	784,6					
50	13,4	28	29,2	70,2	4,81	510,5	0,889	248,9	0,413	120,6	880,0					
NIR _{0,05}	1,7	2,4	2,5	6,7												

Plony gorczycy i soi oraz zawartość i pobranie azotu

Roślina	Nawożenie w mg Cr/wazon	Zawartość i pobranie azotu										razem mg				
		Nasiona		Liście		Łodygi		Razem		nasiona			liście		łodygi	
		%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg		%	mg	%	mg
Gorczyca 1 g N	0	9,9	6,7	32,4	49,0	4,23	419	1,91	128	0,69	224	771				
	25	9,4	6,1	30,7	44,1	4,00	376	1,67	102	0,67	206	684				
	50	9,6	7,0	38,2	54,7	4,11	395	1,68	118	0,84	320	833				
	100	10,3	6,6	34,7	51,7	4,12	524	1,93	127	0,81	281	832				
	200	9,0	7,0	35,7	51,0	4,28	385	1,96	137	0,86	307	829				
NIR _{0,05}		0,95	0,32	5,6	4,6											
Soja 1,5 g N	0	19,6	31,5	31,9	83,0	5,05	990	0,94	296	0,45	143	1429				
	25	19,5	31,8	33,4	84,8	4,31	841	0,95	303	0,53	178	1322				
	50	20,4	35,7	33,4	89,5	4,31	879	0,91	325	0,53	178	1382				
	100	20,5	34,9	34,4	89,8	4,63	949	0,90	313	0,74	255	1517				
	200	19,7	39,2	34,2	93,1	4,35	857	0,90	351	0,73	249	1457				
NIR _{0,05}		0,5	1,3	1,9	4,6											

Tabela 3

Zawartość i pobranie P_2O_5 przez gorczycę i soję

Roślina	Kombinacje mg Cr	Zawartość w %			Pobranie w mg			
		nasiona	liście	łodygi	nasiona	liście	łodygi	razem
Gorczyca	0	1,62	0,67	0,46	160	45	149	354
	25	1,19	0,60	0,42	112	37	129	278
	50	1,49	0,76	0,44	143	53	168	364
	100	1,80	0,65	0,34	185	43	118	346
	200	1,38	0,75	0,29	124	53	104	281
Soja	0	2,01	0,80	0,69	394	252	220	866
	25	2,13	0,67	0,61	415	213	204	832
	50	2,20	0,66	0,46	449	236	154	839
	100	1,86	0,66	0,46	381	230	158	769
	200	1,83	0,49	0,33	371	192	113	666

Tabela 4

Zawartość i pobranie chromu przez gorczycę i soję

Roślina	Kombinacje mg Cr	Zawartość Cr w ppm			Pobranie Cr w mg			
		nasiona	liście	łodygi	nasiona	liście	łodygi	razem
Gorczyca	0	0,60	2,4	2,1	5,9	15,8	68,0	89,7
	25	0,60	3,6	1,5	5,6	22,3	46,1	73,0
	50	0,60	3,5	2,3	5,8	24,6	86,0	116,4
	100	0,60	4,1	2,6	6,2	27,1	88,5	121,8
	200	0,65	4,4	2,8	5,9	30,5	98,2	134,6
Soja	0	0,53	10,2	0,9	10,4	321,3	27,1	321,3
	25	0,50	10,8	1,2	9,8	310,1	38,4	358,3
	50	0,51	8,2	1,2	10,4	292,7	41,1	344,2
	100	0,50	12,8	1,4	10,3	446,7	48,0	505,0
	200	0,50	9,4	2,7	9,9	368,5	91,7	470,1

można przypuszczać, że źródłem chromu jest powietrze. Autorzy ci stwierdzili w 1 m³ powietrza z hali wegetacyjnej zawartość 13 mg chromu.

Innym zjawiskiem, jakie ujawniło się w kulturach wodnych, jest uwstecznienie chromu przez korzenie roślin, które w przypadku soi zawierały blisko 2% Cr. Stwierdzono pod mikroskopem, że chrom gromadził się na powierzchni korzeni, co objawiło się sinym zabarwieniem, charakterystycznym dla chromu trójwartościowego. Myttenaere i Mousny [13] stwierdzili, że w zetknięciu z białkiem wierzchniej warstwy korzeni

Tabela 5

Plony soi i sałaty w kulturach wodnych oraz zawartość chromu

Dawki Cr na 3 dcm ³ pożywki	Soja				Sałata			
	plon s.m. w g		zawartość Cr w mg/kg		plon s.m. w g		zawartość Cr w mg/kg	
	części zielone	korzenie	części zielone	korzenie	części zielone	korzenie	części zielone	korzenie
Bez Cr	12,0	2,82	1,1	23,5	3,7	1,7	1,3	7,6
1 mg	11,5	2,67	22,0	11 740	3,7	1,2	7,6	526
2 mg	10,0	2,17	96,1	19 467	3,4	1,2	48,8	852
NIR _{0,05}	2,6	0,62			0,9	0,4		

chrom tworzy chelaty i tym sposobem roślina chroni się przed pobraniem nadmiernych jego ilości rozpuszczalnych w wodzie.

WNIOSKI

1. Nie stwierdza się konieczności stosowania chromu jako składnika odżywczego dla roślin, prawdopodobnie ze względu na małe zapotrzebowanie, jak i na skutek obecności znacznych ilości tego składnika w podłożu i w powietrzu.

2. Stosowanie trójwartościowych związków chromu, także tych rozpuszczalnych w wodzie, może przyczynić się do wzrostu plonów roślin poprzez polepszenie ich gospodarki azotem.

3. Mała zawartość chromu w częściach nadziemnych roślin spowodowana jest uwstecznieniem tego pierwiastka przez liczne składniki podłoża, a zwłaszcza gleby, i trwałym wiązaniem chromu przez żywe komórki wierzchnich warstw korzeni.

LITERATURA

1. Andrzejewski M.: Roczn. Nauk rol. Ser. A, 96, 2, 315, 1970.
2. Andrzejewski M.: Roczn. Nauk rol. Ser. A, 97, 2, 75, 1971.
3. Andrzejewski M., Czekala J.: Pr. Kom. Nauk Roln. i Leśn. PTPN, 31, 11, 1972.
4. Andrzejewski M., Czekala J.: Pr. Kom. Nauk Roln. i Leśn. PTPN, 35, 13, 1973.
5. Andrzejewski M., Czekala J.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 179, 177, 1976.
6. Cunningham J. D., Ryan J. J. A., Keeney D. R.: J. Environ. Qual., 4, 455, 1975.
7. Dobrolubski O. K., Wiktorowa G. M.: Agrochimija, 10, 135, 1970.

8. Dobrzański B., Gastol., Sytek J.: Roczn. Nauk rol. Ser. A, 78, 1, 143, 1972.
9. El Bassam N., Poelstra P., Frissel M. J.: Z. Pflanz. Bodenk., 4, 3, 309, 1975.
10. Gericke S.: Bodenk. u. Pflanzenern., 33, 1-3, 119, 1943.
11. Henning H.: Mineralstoffe Vitamine Ergotropika. VEB Berlin, 210, 1972.
12. Huffman E. W. D., Allaway W. H.: Plant Physiol., 5, 52, 72, 1973.
13. Myttenaere C., Mounsnay J. M.: Plant a. Soil, 41, 65, 1974.
14. Roszyk E.: Roczn. glebozn., 20, 1, 135, 1969.
15. Waclawek T.: Zesz. nauk. WSR Olsztyn, 1, 1973.

М. Анджеевски, Я. Чекала

ДЕЙСТВИЕ ХРОМА НА УРОЖАЙНОСТЬ НЕКОТОРЫХ КУЛЬТУР

Резюме

В сосудных опытах на кварцевом песке и в водных культурах исследовали влияние разных доз хрома, вносимого в виде сульфата, на урожай сои, горчицы и салата. В надземных частях и корнях растений определяли содержание азота, K_2O , P_2O_5 и Cr.

Установлено, что хром особенно при удобрении азотом в виде нитратов оказывает положительное влияние на повышение урожая сои и повышает усваивание азота. Содержание хрома в надземных частях удобренных хромом растений было лишь немного выше, чем в контрольных растениях. В растениях, возделываемых в водных культурах, высокие количества хрома подвергались ретроградации на поверхности корней, что противодействовало отравлению растений. Опыты в водных культурах не смогли доказать, что хром является элементом, необходимым для жизни растений, поскольку не удалось элиминировать загрязнений реагентов и воздуха этим элементом.

M. Andrzejewski, J. Czekała

CHROMIUM EFFECT ON YIELDING OF SOME CROPS

Summary

In pot experiments with quartz sand and in water cultures the effect of different chromium rates applied in form of sulphate on the soybean, mustard and bettuce yield was determined. In aboveground parts and roots of plants the nitrogen, K_2O , P_2O_5 and Cr content was determined. It has been found that chromium, particularly at fertilization with nitrogen applied in form of nitrates, affects positively the soybean yield and increases the nitrogen uptake. The chromium content in aboveground parts of plants fertilized with chromium was only slightly higher than that of control plants. In plants grown on water cultures considerable chromium amounts were retrograded on the surface of roots, what prevented the poisoning of plants. The experiments in water cultures did not prove chromium to be indispensable for the growth of plants, as we did not succeed in eliminating pollution of reagents and air with this element.