

TOLERANCJA SIEWEK JĘCZMIENIA JAREGO NA Cd i Pb  
W WARUNKACH KWAŚNEGO ODCZYNU

Wiesław Nowakowski, Mikołaj Podgórski

Katedra Ochrony Środowiska SGGW-AR w Warszawie

WSTĘP

Metale ciężkie występujące w dużych ilościach (jako zanieczyszczenie) w środowisku przyrodniczym zalicza się do najgroźniejszych czynników, bowiem charakteryzują się one m. in. długim okresem zalegania oraz oddziałującą częstokroć mutagennie i kancerogennie na organizmy, w tym i na człowieka. W ekosystemach organizmy roślinne reagują bardzo szybko na zmiany chemiczne i wykazują też ogromną podatność na akumulację metali ciężkich.

Spośród metali ciężkich najwyższy wskaźnik akumulacji w organizmach roślinnych wykazuje kadm, cynk i ołów [6]. A ze względu na to, że kadm i ołów stanowią istotne zagrożenie środowiska przyrodniczego w Polsce [12], podjęto badania nad reakcją odmian jęczmienia jarego na Cd i Pb.

Celem pracy jest podanie ewentualnych wstępnych sugestii dotyczących rejonizacji upraw określonych odmian roślin w warunkach silnego zanieczyszczenia metalami ciężkimi.

MATERIAŁ I METODY

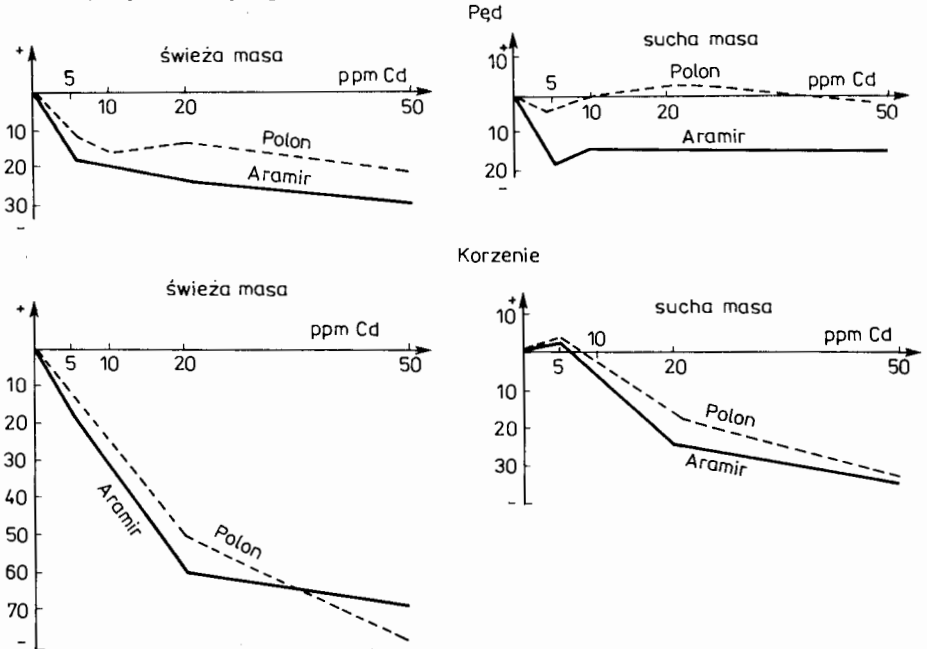
Do badań użyto dwóch odmian jęczmienia jarego, tj. Aramir i Polon. W warunkach laboratoryjnych (+20°C, 70% wilgotność względna, bez oświetlenia) określono wpływ zmiennego stężenia Cd i Pb oraz Cd + Pb na wzrost badanych siewek jęczmienia jarego w podłożu o pH 5,4. Doświadczenie wykonano w szalkach Petrie'go o średnicy 10 cm, do których umieszczano po 50 ziaren jęczmienia jarego. Metale ciężkie użyto w formie soli siarczanowych, tj.:  $3 \text{ CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  i  $\text{PbSO}_4$ , które po rozpuszczeniu w wodzie destylowanej doprowadzono do pH 5,4. Stosowano następujące stężenia

kadm: 5, 10, 20 i 50 ppm, a ołowiu: 5, 25, 50 i 100 ppm (szczegółowy opis doświadczenia podano w pracy W. Nowakowskiego i M. Podgórskiego, 1985).

W badanym materiale roślinnym kadm i ołów oznaczono metodą absorpcji atomowej stosując spektrometr firmy Perkin - Elmer model 306.

### WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Wrażliwość gatunków uprawnych na specyficzne zanieczyszczenia występujące w środowisku przyrodniczym jest przedmiotem zainteresowań wielu autorów [5, 10, 11].



Rys. 1. Względna procentowa zawartość świeżej i suchej masy pędu i korzeni siewek jęczmienia jarego odm. Aramir i Polon w warunkach różnej koncentracji kadmu w podłożu wodnym o pH 5,4

Między innymi Jeffree [2]) podaje, że jęczmień, pszenica i owies należą do roślin wrażliwych na działanie  $SO_2$ , a Bingham i in. [1] twierdzą, że ryż jest rośliną bardzo odporną na kadm.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdza się, że zastosowane stężenia kadmu i ołowiu na ogół zmniejszają zawartość świeżej i suchej masy pędu i korzeni w siewkach badanych odmian jęczmienia jarego (tab. 1, 2). Szczegółowa analiza względnego wskaźnika procentowej zawartości świeżej i suchej masy pędu i korzeni u dwu badanych odmian wykazuje, że zarówno kadm, jak i ołów bardziej obniżają zawartość świeżej i suchej masy pędu i korzeni u odmiany Aramir niż u odmiany Polon (rys. 1, 2).

Ponadto stwierdza się, że zastosowane metale ciężkie bardziej obniżają zawartość świeżej i suchej masy korzeni niż pędu u badanych siewek jęczmienia jarego (rys. 1, 2).

T a b e l a 1

Świeża i sucha masa oraz zawartość wody w 7-dniowych etiolowanych siewkach jęczmienia jarego odm. Aramir w warunkach różnej koncentracji Cd i Pb w podłożu wodnym o pH 5,4

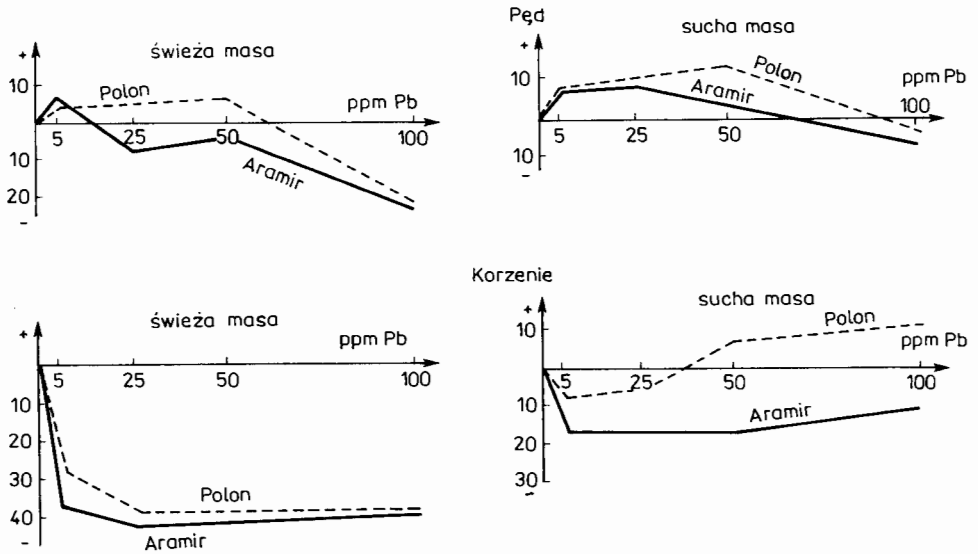
Metal	Świeża masa 10 siewek w mg		Sucha masa 10 siewek w mg		% H <sub>2</sub> O				
	pień	korzenie cała roślina	pień	korzenie cała roślina	pień	korzenie			
Cd, ppm	5	705 ± 65	803 ± 68	1508	61,2 ± 6,2	63,1 ± 6,2	124,3	91,3	92,1
	10	699 ± 10	687 ± 23	1386	64,3 ± 0,5	57,6 ± 3,1	121,9	90,8	91,6
	20	644 ± 40	400 ± 61	1044	64,1 ± 6,5	47,0 ± 4,6	111,1	90,0	88,2
	50	596 ± 31	307 ± 27	903	64,2 ± 2,9	39,7 ± 4,0	103,9	89,2	87,0
Pb, ppm	5	919 ± 40	607 ± 10	1526	80,7 ± 5,3	51,7 ± 2,9	132,4	91,2	91,4
	25	789 ± 21	507 ± 86	1296	81,4 ± 4,0	50,1 ± 1,9	131,5	89,6	90,1
	50	818 ± 57	512 ± 40	1330	77,0 ± 3,3	51,1 ± 1,6	128,1	90,5	90,0
	100	645 ± 37	585 ± 36	1230	69,1 ± 3,4	54,4 ± 2,7	123,5	89,2	90,7
Cd + Pb, ppm	5 + 100	720 ± 55	535 ± 40	1255	67,8 ± 6,6	54,1 ± 2,4	121,9	90,5	89,8
	10 + 50	689 ± 73	587 ± 58	1276	75,6 ± 6,1	54,6 ± 6,7	130,2	89,0	90,6
	20 + 25	741 ± 44	539 ± 12	1280	80,3 ± 2,4	52,0 ± 0,9	132,3	89,1	90,3
	50 + 5	600 ± 37	404 ± 39	1004	61,8 ± 4,9	37,6 ± 2,3	99,4	89,7	90,6
Kontrola H <sub>2</sub> O		854 ± 33	978 ± 27	1832	74,8 ± 2,7	61,7 ± 2,3	136,5	91,2	93,6

Świeża i sucha masa oraz zawartość wody w 7-dniowych etiolowanych siewkach jęczmienia jarego odm. Polon  
w warunkach różnej koncentracji Cd i Pb w podłożu wodnym o pH 5,4

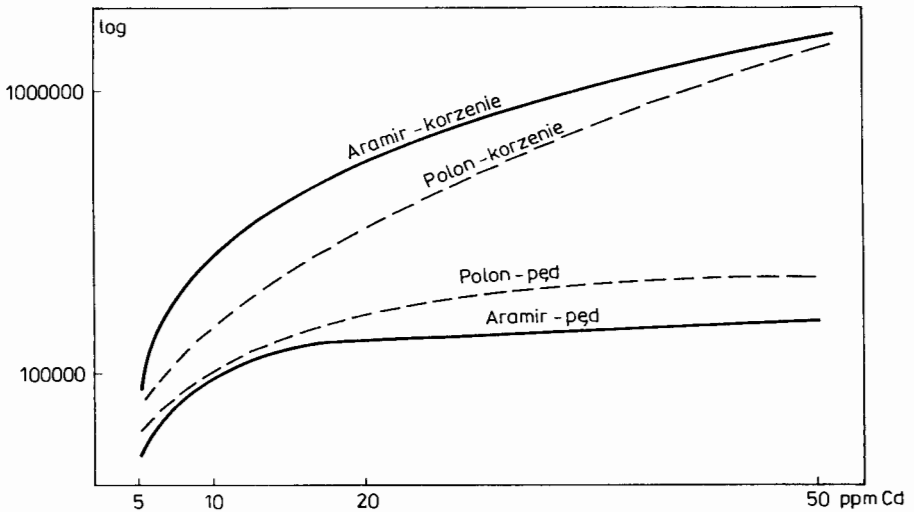
Metal	Świeża masa 10 siewek w mg				Sucha masa 10 siewek w mg				% H <sub>2</sub> O
	peńd	korzenie	cała roślina	peńd	korzenie	cała roślina	peńd	korzenie	
Cd, ppm	5	517 ± 38	452 ± 78	968	48,7 ± 2,8	39,3 ± 5,5	88,0	90,5	91,3
	10	491 ± 38	361 ± 9	852	49,8 ± 3,5	35,0 ± 1,0	84,8	89,8	90,3
	20	507 ± 9	259 ± 38	766	52,0 ± 2,0	31,0 ± 2,4	83,5	89,7	87,8
	50	469 ± 34	121 ± 11	590	49,8 ± 6,5	24,1 ± 5,0	73,9	89,3	80,0
Pb, ppm	5	611 ± 88	376 ± 51	987	55,4 ± 8,5	33,8 ± 4,2	89,2	90,9	91,0
	25	608 ± 34	285 ± 13	893	55,0 ± 9,9	35,2 ± 1,5	90,2	90,9	87,6
	50	621 ± 56	282 ± 41	903	58,0 ± 8,1	40,3 ± 2,8	98,3	90,6	85,7
	100	458 ± 58	281 ± 27	739	48,5 ± 3,4	42,2 ± 1,7	90,7	89,4	84,9
Cd + Pb, ppm	5 + 100	490 ± 17	294 ± 18	784	52,2 ± 5,9	42,4 ± 4,9	94,6	89,3	85,5
	10 + 50	496 ± 10	338 ± 36	834	58,7 ± 4,8	42,5 ± 1,6	101,2	88,1	87,4
	20 + 25	553 ± 51	340 ± 29	893	67,8 ± 5,2	38,2 ± 4,0	106,0	87,7	88,7
	50 + 5	525 ± 62	188 ± 25	713	57,2 ± 5,6	20,4 ± 2,1	77,6	87,0	89,1
Kontrola H <sub>2</sub> O		587 ± 6	516 ± 20	1103	51,0 ± 2,3	37,5 ± 1,5	88,5	91,3	92,7

Zawartość kadmu i ołowiu w  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  suchej masy w 7-dniowych etiolowanych siewkach jęczmienia jarego odm. Aramir i Polon w warunkach różnej koncentracji kadmu i ołowiu w podłożu wodnym o pH 5,4

Metal	Aramir				Polon			
	pęd		korzeń		pęd		korzeń	
	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb
Cd, ppm	49,0	0,1	254,3	1,6	58,9	0,2	795,4	3,5
5	99,5	0,8	1760,3	3,2	101,7	0,2	1172,4	1,4
10	131,6	0,6	1730,3	1,5	110,4	0,4	2127,2	2,9
20	147,2	1,1	6748,8	1,9	216,9	0,1	14396,4	3,0
50								
Pb, ppm	0,2	10,8	2,3	38,3	1,4	9,2	8,5	46,2
5	0,1	15,6	2,6	122,0	0,5	21,1	12,1	124,8
25	0,1	21,6	1,5	67,8	0,4	19,3	2,8	92,7
50	0,1	45,6	0,5	211,5	0,4	35,8	1,7	128,6
100								
Cd + Pb ppm	39,5	29,2	198,3	116,4	29,5	32,4	221,7	119,4
5 + 100	39,1	28,9	422,5	92,5	43,8	22,6	468,3	76,1
10 + 50	65,1	15,6	635,0	134,4	52,7	17,5	778,1	58,9
20 + 25	212,5	3,3	2911,7	62,7	272,2	4,6	546,8	124,7
50 + 5								
Kontrola H <sub>2</sub> O	0,1	0,6	0,4	0,7	0,1	0,4	0,9	0,9

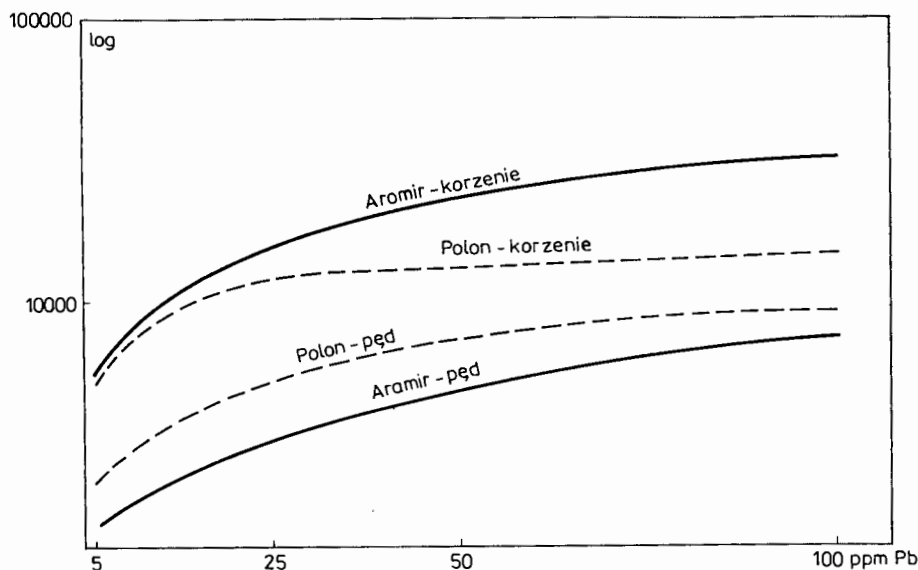


Rys. 2. Względna procentowa zawartość świeżej i suchej masy pędu i korzeni siewek jęczmienia jarego odm. Aramir i Polon w warunkach różnej koncentracji ołowiu w podłożu o pH 5,4



Rys. 3. Wskaźnik akumulacji kadmu w siewkach jęczmienia jarego odm. Aramir i Polon w podłożu wodnym o pH 5,4

Na podstawie zawartości kadmu i ołowiu oznaczonych w pędzie i korzeniach badanych siewek jęczmienia jarego w warunkach różnej koncentracji Cd i Pb w podłożu



Rys. 4. Wskaźnik akumulacji ołowiu w siewkach jęczmienia jarego odm. Aramir i polon w podłożu wodnym o pH 5,4

zu wodnym o pH 5,4 (tab.3), określono wskaźniki akumulacji tych metali i wyrażono w skali logarytmicznej (przyjmując zawartość metali w próbie kontrolnej na 100). Przedstawione wyniki (rys. 3, 4) wykazują, że wskaźniki akumulacji kadmu i ołowiu osiągają najwyższe wartości w korzeniach badanych siewek jęczmienia jarego, w pędzie są one niższe. Podobne zależności stwierdzili m. in. dla traw Kabata-Pendias i Bolibrzuch [3], Kabata-Pendias [4] oraz dla pszenicy jarej Nowakowski i Podgórski [9].

Spośród dwu badanych metali ciężkich kadm wykazuje około 10-krotnie wyższy wskaźnik akumulacji w stosunku do ołowiu i to zarówno w pędzie, jak i w korzeniach siewek jęczmienia jarego (rys. 3, 4). Identyczną zależność stwierdzono dla siewek pszenicy jarej [9]. Wydaje się, że wysoki wskaźnik akumulacji Cd i Pb w korzeniach siewek jęczmienia jarego odm. Aramir wpływa na wyraźne obniżenie zawartości świeżej i suchej masy pędu i korzeni tej odmiany, co sugerowałoby, że siewki odmiany Aramir są bardziej wrażliwe na Cd i Pb niż siewki odmiany Polon.

Ze względu na ogromne rozprzestrzenianie się kadmu i ołowiu w środowisku przyrodniczym w Polsce oraz na ich silnie toksyczne działanie [8] należy zwrócić uwagę na zagadnienie tolerancji odmian roślin uprawnych w stosunku do występujących zanieczyszczeń.

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że siewki jęczmienia jarego odm. Aramir są bardziej wrażliwe na kadm i ołów niż siewki jęczmienia jarego odm. Polon.

## LITERATURA

1. Bingham F. T., Page A. L., Mahler R. J., Ganje T. J.: Growth and cadmium accumulation of plants grown on a soil treated with cadmium-enriched sewage sludge. *J. Envir. Quality*, 4, 207-211, 1975.
2. Jeffree C. E.: Plant damage by  $SO_2$ . Symposium on the effects of air-borne population on vegetation. Warsaw, 20-24 August, 328-353, 1979.
3. Kabata-Pendias A., Bolibrzuch E.: Wpływ kadmu na zawartość metali ciężkich w trawie. *Rocz. Nauk Rol.*, ser. A, 101, 35-45, 1976.
4. Kabata-Pendias A.: Wpływ ołowiu w pożywce wodnej na skład chemiczny stokłosa, *Rocz. Nauk Rol.*, ser. A, 102, 29-38, 1977.
5. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym, *Wyd. Geol.*, Warszawa 1979.
6. Kabata-Pendias A., Piotrowska M.: Zanieczyszczenia gleb i roślin uprawnych pierwiastkami śladowymi. *Wyd. CBR Warszawa*, 1-28, 1984.
7. Nowakowski W.: Wpływ emisji przemysłu rafineryjno-petrochemicznego na wzrost roślin warzywnych oraz ich skład chemiczny. *Rozpr. i Monogr.*, *Wyd. SGGW-AR Warszawa*, 1-108, 1982.
8. Nowakowski W.: Kadm i ołów w warzywach. *Ogrodnictwo*, 2, 11-12, 1985.
9. Nowakowski W., Podgórski M.: Reakcja siewek trzech odmian pszenicy jarej na Cd i Pb w warunkach słabo kwaśnego odczynu podłoża. *Mater. III Krajowej Konf.; Wpływ zanieczyszczeń pierwiastkami śladowymi na przyrodnicze warunki rolnictwa*. Puławy, 28-30 maj 1985.
10. Warteresiewicz M.: Wpływ dwutlenku siarki na rośliny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 206, 29-42, 1978.
11. Zimny H., Żukowska-Wieszczyk D., Nowakowski W.: Skażenie atmosfery a produkcja rolna i leśna. *Wyd. CBR Warszawa*, 1-71, 1982.
12. Zimny H., Nowakowski W.: Zagrożenie produkcji roślinnej metalami ciężkimi, *Problemy Medycyny Wieku Rozwojowego (w druku)*.