

Jolanta Domańska*

**ZAWARTOŚĆ I POBRANIE NIKLU PRZEZ ROŚLINY PRZY
ZRÓŻNICOWANYM pH GLEB NATURALNYCH ORAZ
ZANIECZYSZCZONYCH KADMEM LUB OŁOWIEM**

**THE CONTENT AND UPTAKE OF NI BY PLANTS AT DIFFERENTIATED
pH OF NATURAL, AND Cd OR Pb CONTAMINATED SOILS**

Słowa kluczowe: nikiel, ołów, kadm, gleba organiczna, gleba mineralna, pH, rzepak jary, gryka, kupkówka pospolita, pobranie, akumulacja.

Key words: nickel, cadmium, lead, organic soil, mineral soil, pH, spring rape, buckwheat, orchard grass, uptake, accumulation.

*This work presents the results of the pot experiment on accumulation of nickel in the following plants: spring rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*), buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), and orchard grass (*Dactylis glomerata*), depending on soil type, pH and Pb or Cd addition. The study was carried out in model pots filled with mineral or organic soils taken from the surface soil layer. The soils showed either acidic or neutral reactions. The mineral soil (Haplic podzols) has a granulometric composition of light loamy sand. The soils were amended with: 0 mg kg⁻¹ of Cd or Pb (control object); 10 mg·kg⁻¹ of Cd in the form of Cd(NO₃)₂; 100 mg·kg⁻¹ of Pb in the form of Pb(NO₃)₂. Mineral fertilization in a form of NH₄NO₃ – 0.10 g N·kg⁻¹ soil, CaHPO₄ – 0.07 g·P kg⁻¹ soil, KCl – 0.15 g K·kg⁻¹ was applied in all pots. Nickel content determination in plant samples was made using AAS technique after plant material digestion in concentrated acids: H₂SO₄, HNO₃ and HClO₄. Particular plant species differed in Ni concentration in their tissues. Analyzing the control objects the sequence of Ni contents in plants could be lined up: buckwheat > orchard grass > spring rape. The influence of soil type on Ni level in plants was not univocally directed. In dicotyledonous plants (spring rape and buckwheat) growing on mineral soil, the content of Ni was much higher as compared to plants growing on organic soils. In a case of orchard grass such dependence does not*

* Dr Jolanta Domańska – Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul Akademicka 15, 20-950 Lublin; tel.: 81 445 60 18;
e-mail: jolanta.domanska@up.lublin.pl

proved. Plants roots accumulated more Ni than shoots. Acidic reaction more favored the nickel content in plants from objects on organic than mineral soil. Tested plants, regarding to Ni level taken up from pots could be lined up in a sequence starting from the highest values to the lowest ones: orchard grass > buckwheat > spring rape. Plants cultivated on mineral soils uptook much higher amounts of Ni than on organic ones. Acidic reaction of organic soils favored the decrease of nickel uptake by plants, mainly by diminishing their biomass-es. Cadmium or lead salts applied as chemical contamination to mineral soil in most objects decreases the contents and the amounts of Ni taken up by plants from pots. The effect of Cd or Pb addition into organic soils was not clear and depended on metal, soil pH, species of plants and their organs.

1. WPROWADZENIE

Nikiel (Ni) jest pierwiastkiem o dużej mobilności w środowisku przyrodniczym, układ gleba – roślina zaś odgrywa istotną rolę w jego obiegu w ekosystemach. Rośliny uprawne różnią się możliwością przyswajania niklu, chociaż zazwyczaj jest on pobierany łatwo i w stopniu proporcjonalnym do stężenia w glebie, aż do osiągnięcia poziomu toksycznego. Nikiel jako mikroelement w śladowych ilościach jest niezbędny dla roślin. Istnieją jednak duże różnice w fitoakumulacji, a także fitotoksyczności niklu, zależne od gatunku rośliny [Gambuś 1997b; Spiak 1996], a także formy, w jakiej nikiel występuje w glebie [Spiak 1997]. Duże znaczenie mają też takie właściwości gleby, jak: pH, skład granulometryczny, zawartość substancji organicznej, a także interakcje pomiędzy niklem i innymi pierwiastkami śladowymi, np. kadmem (Cd), miedzią (Cu), cynkiem (Zn) [Badora 2002; Kabata-Pendias, Pendias 1999; Wall 2003]. Problem wzajemnych oddziaływań niklu i innych pierwiastków jest jednak mniej rozpoznany. Schemat prezentowanych w niniejszej pracy badań daje taką możliwość, zwłaszcza w odniesieniu do kadmu lub ołowiu wprowadzonych do gleb jako chemiczne zanieczyszczenie.

Mając na uwadze powyższe aspekty podjęto badania, których celem było określenie wpływu rodzaju gleby, pH oraz dodatku kadmu lub ołowiu na akumulację niklu w roślinach uprawnych.

2. MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w eksperymencie wazonowym, przeprowadzonym na dwóch glebach organicznych i jednej mineralnej, o zróżnicowanym pH. Roślinami testowymi były:

- rzepak jary (*Brassica napus ssp. oleifera* Metzg., Sinsk),
- gryka (*Fagopyrum esculentum* Mnch)

oraz

- kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.).

Materiał glebowy do badań pobrano z 20-centymetrowej warstwy gleby. Glebę organiczną torfowo-murszową wytworzoną z torfu niskiego, o obojętnym odczynie pobrano z użytków zielonych przyległych do oczyszczalni ścieków komunalno-przemysłowych Hajdów. Natomiast glebę kwaśną wytworzoną z torfu wysokiego pobrano z okolic jeziora Łukcze. Glebę mineralną stanowiła gleba bielicowa kwaśna, wytworzona z piasku gliniastego lekkiego. Obojętny odczyn tej gleby uzyskano przez dodanie węglanu wapnia, który zastosowano według 2.0 kwasowości hydrolitycznej.

W próbkach gleb użytych do doświadczenia oznaczono:

- skład granulometryczny metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- pH potencjometrycznie w 1 mol KCl·dm⁻³,
- zawartość węgla ogółem metodą Tiurina.

W glebie mineralnej oznaczono zawartość przyswajalnego fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma, zawartość przyswajalnego magnezu zaś metodą Schachtschabela. W glebach organicznych zawartość przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu oznaczono w wyciągu 0,5 mol HCl·dm⁻³.

Ogólną zawartość niklu, kadmu i ołowiu oznaczono po wcześniejszym trawieniu próbek glebowych w wodzie królewskiej, zachowując proporcję 3:1, według PN-ISO 11466. Stężenie metali w przesączach glebowych oznaczono techniką płomieniową, przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej. Podstawowe właściwości gleb oraz zawartość metali przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Niektóre właściwości oraz zawartość metali ciężkich w glebach użytych do badań

Table 1. Selected properties and concentration of metals in soils used for the study

Gleba	pH _{KCl}	C org. (g·kg ⁻¹)	Formy przyswajalne			Zawartość ogółem			Zawartość (%) frakcji o średnicy (mm)		
			P	K	Mg	Ni	Pb	Cd	1–0,1	0,1–0,2	<0,02
			(mg·kg ⁻¹)								
Organiczna kwaśna	3,6	640	94	141	385	7,2	21,0	0,3	peat		
Organiczna obojętna	7,2	187	786	183	1662	19,4	16,7	0,4	peat		
Mineralna kwaśna	4,6	13,2	82	89	42	5,8	5,5	0,1	74	18	8
Mineralna obojętna	7,2										

Doświadczenie prowadzono w czterech powtórzeniach, w wazonach zawierających 4,8 kg gleby organicznej kwaśnej, 5,5 kg gleby organicznej obojętnej oraz 6,4 kg gleby mineralnej. W glebach organicznych i glebie mineralnej o zróżnicowanych wartościach pH zastosowano dawki metali według schematu:

- 0 – obiekt kontrolny bez dodatku metali,
- Pb – dawka ołowiu 100 mg·kg⁻¹ suchej masy gleby,
- Cd – dawka kadmu 10 mg·kg⁻¹ suchej masy gleby.

Nawożenie mineralne w postaci NH_4NO_3 – 0,10 g N·kg⁻¹ gleby, CaHPO_4 – 0,07 g·P kg⁻¹ gleby, KCl – 0,15 g K·kg⁻¹ zastosowano we wszystkich wazonach, rozkładając dawkę azotanu amonu na dwie równe części – przed wschodami i po wschodach. Kadm i ołów w postaci soli $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ oraz $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ wprowadzono jednorazowo przedsięwzięcie w ilości 10 mg Cd·kg⁻¹ i 100 mg Pb·kg⁻¹ suchej masy gleby. W trakcie doświadczenia utrzymywano wilgotność gleby mineralnej na poziomie 60% PPW oraz 80% P.W w glebach organicznych, uzupełniając wazony do stałej masy wodą destylowaną. Rzepak jary oraz grykę zbierano w fazie dojrzałości pełnej. Zieloną masę kupkówki zebrano trzykrotnie w okresie wegetacji: 17.06, 17.07 oraz 28.08. Korzenie roślin pobrano po zbiorze trzeciego pokosu. Po zbiorze rośliny suszono w warunkach naturalnych, następnie określono wysokość plonu części nadziemnych i korzeni.

Oznaczenia zawartości niklu w próbkach roślinnych wykonano metodą ASA, przy użyciu spektrofotometru Hitachi Z-8200, po wcześniejszym zmineralizowaniu materiału roślinnego za pomocą sężonych kwasów: siarkowego, azotowego i nadchlorowego.

3. WYNIKI I DYKUSJA

Czynniki doświadczałne (rodzaj gleby, odczyn, dodatek kadmu lub ołowiu) różnicowały zawartość niklu w roślinach testowych (tab. 2 i 3). W obiektach niezanieczyszczonych największą zawartość niklu stwierdzono w gryce, której części wskaźnikowe zawierały w suchej masie odpowiednio: 0,3–1,5 (części nadziemne) oraz 5,3–183,3 (korzenie) mg Ni·kg⁻¹. Mniej niklu zawierała kupkówka. Najmniejsze zawartości niklu (w mg·kg⁻¹ suchej masy) wystąpiły w pierwszym pokosie tej trawy (0,2–0,9), nieco większe w pokosie drugim (0,4–1,6) i najwyższe w pokosie trzecim (0,8–2,0). W korzeniach kupkówki zawartości niklu nie przekraczały 27,4 mg Ni·kg⁻¹. Najmniejsze ilości niklu wynoszące 0,5–1,3 mg·kg⁻¹ (w częściach nadziemnych) oraz 2,3–17,5 mg·kg⁻¹ (korzenie) stwierdzono w rzepaku.

Części nadziemne badanych roślin, zawierały znacznie mniej niklu, niż ich korzenie. Odrębność reakcji roślin na działanie metali ciężkich dotyczy nie tylko gatunku i odmiany, ale także poszczególnych części roślin. Jak podają Antonkiewicz i Jasiewicz [2002] nikiel należy do grupy pierwiastków dość mobilnych i łatwo pobieranych przez rośliny jednak jego przemieszczanie się do części nadziemnych jest znacznie utrudnione. Gambuś [1997b] natomiast wykazał, że wskutek zastosowanej pojedynczej (2 mg Cd, 30 mg Pb i 4 mg Ni) i potrójnej (6 mg Cd, 90 mg Pb i 12 mg Ni) dawki metali, wzrost koncentracji niklu w gryce i rzepaku jarym był na ogół podobny w korzeniach i częściach nadziemnych. Według autora tego typu zależność jest uwarunkowana właściwościami samej rośliny.

Na ogół większą koncentrację niklu wykazywały rośliny uprawiane na glebie mineralnej, niż na organicznej. Kwaśny odczyn analizowanych gleb wpływał stymulująco na zawartość niklu, o czym świadczą wyższe ilości tego mikroelementu w roślinach z większości obiektów z niższą wartością pH w porównaniu z glebą obojętną. Badania wykazały, że w glebach przy

niskim pH siła wiązania niklu przez glebową materię organiczną jest mała, w obojętnych zaś wiązanie jest bardzo silne [za Badorą 2002]. Niewątpliwie ma to znaczenie w odniesieniu do bioprzyswajalności niklu w badaniach własnych. Warda [1997] zwraca uwagę, że istotnym czynnikiem modyfikującym pobranie i zawartość niklu przez rośliny jest typ gleby, przy czym wpływ ten jest uzależniony od gatunku rośliny. Jak podaje autorka tymotka łąkowa rosnąca na czarnej ziemi w pierwszym odroście gromadziła więcej niklu ($1,16 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), niż w warunkach gleby torfowo-murszowej, gdzie zawartość tego pierwiastka wynosiła $0,24 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, przeciwnie do zachowania kupkówki pospolitej, u której zawartość niklu pobranego z gleby torfowo-murszowej kształtowała się na poziomie $1,12 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a z czarnej ziemi $0,56 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Wall [2003] natomiast donosi o ściślejszej współzależności pomiędzy składem mechanicznym gleby a fitoprzyswajalnością niklu przez grykę. Autor stwierdził, że największa koncentracja niklu charakteryzowała rośliny uprawiane na glebach lekkich, najmniejszą zaś na glebach ciężkich.

Tabela 2. Zawartość Ni w rzepaku jarym i w gryce [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]

Table 2. The content of Ni in spring rape and in buckwheat [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]

Objekt			Rzepak jary		Gryka	
gleba	odczyn gleby	metal	części nadziemne	korzenie	części nadziemne	korzenie
mineralna	kwaśny	0	1,3	7,8	1,5	183,3
		Pb	1,3	13,0	1,5	88,9
		Cd	1,3	13,0	2,3	12,2
	obojętny	0	1,0	17,5	0,8	37,2
		Pb	0,3	10,3	0,8	30,8
		Cd	0,8	10,0	0,8	13,6
Średnio			1,0	11,9	1,3	61,0
organiczna	kwaśny	0	0,5	2,3	0,5	6,9
		Pb	0,5	1,3	0,3	5,8
		Cd	0,8	1,8	1,8	13,9
	obojętny	0	0,5	3,0	0,3	5,3
		Pb	0,3	1,8	0,3	7,5
		Cd	0,0	2,3	0,5	16,9
Średnio			0,4	2,1	0,6	9,4

Wpływ zastosowanych metali na zawartość niklu w tkankach roślin nie był wyraźnie ukierunkowany i zależał przede wszystkim od gatunku rośliny i analizowanego jej organu, a w mniejszym stopniu od rodzaju gleby i pH. Najczęściej aplikacja kadmu i ołowiu wpływała na obniżenie zawartości niklu w roślinach dwuliściennych w największym stopniu w rzepaku i w gryce (wyłącznie z obiektów na glebie mineralnej) oraz w korzeniach kupkówki pospolitej, w porównaniu z obiektem kontrolnym. W przypadku rzepaku wyjątek stanowił obiekt z glebą mineralną kwaśną, w którym zawartość niklu w korzeniach badanej rośliny wzrosła pod wpływem dodanego do gleby kadmu lub ołowiu, oraz obiekt z aplikacją kadmu na gle-

bie organicznej kwaśnej, w którym stwierdzono wyższą zawartość niklu w częściach nadziemnych tej rośliny. Kadm wywierał stymulujący wpływ na zawartość niklu w gryce (zarówno w części nadziemnej, jak i w korzeniach) we wszystkich obiektach na glebach organicznych oraz w obiekcie na glebie mineralnej kwaśnej w stosunku do części nadziemnych tej rośliny.

Tabela 3. Zawartość Ni w kupkówce pospolitej [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]

Table 3. The content of Ni in orchard grass [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]

Obiekt			Kupkówka pospolita			
gleba	odczyn gleby	metal I	części nadziemne			korzenie
			I pokos	II pokos	III pokos	
mineralna	kwaśny	0	0,9	0,9	1,7	27,4
		Pb	1,0	0,6	1,2	22,0
		Cd	0,6	0,6	0,5	28,0
	obojętny	0	0,4	0,5	2,0	27,0
		Pb	0,5	0,8	2,0	21,0
		Cd	1,1	0,5	2,6	26,0
Średnio			0,8	0,7	1,7	25,2
organiczna	kwaśny	0	0,2	1,6	2,0	5,3
		Pb	0,4	1,3	2,0	5,3
		Cd	0,2	1,8	2,6	2,2
	obojętny	0	0,2	0,4	0,8	9,0
		Pb	0,2	0,7	0,6	4,9
		Cd	0,3	0,5	0,5	3,7
Średnio			0,3	1,1	1,4	5,1

W korzeniach kupkówki jedynie na glebie mineralnej kwaśnej pod wpływem kadmu lub ołowiu wzrosła zawartość niklu w tej części wskaźnikowej w porównaniu z kontrolą, podczas gdy w pozostałych obiektach uległa zmniejszeniu. Części nadziemne z poszczególnych pokosów kupkówki pod wpływem Cd lub Pb wykazywały bardzo zróżnicowaną zawartość Ni.

Stymulujący wpływ ołowiu na zawartość niklu w gryce stwierdzono tylko w jednym obiekcie, tj. na glebie organicznej obojętnej. Biorąc pod uwagę części nadziemne tej rośliny w trzech spośród czterech obiektów zawartość niklu w obiekcie z dodatkiem ołowiu była taka sama jak w kontroli.

Ilości niklu pobranego przez rzepak jary, grykę i kupkówkę z wazonu zależały od wielkości plonu i zawartości niklu w suchej masie roślin (tab. 4 i 5). Największe ilości Ni z wazonu pobrała kupkówka, mniejsze gryka, najmniejsze zaś rzepak jary. Analizując badane rośliny dwuliścienne (rzepak, gryka), stwierdzono, że nikiel kumulował się w większym stopniu w korzeniach, niż w ich częściach nadziemnych. Wyniesienie niklu z plonem części nadziemnych kupkówki (suma trzech pokosów) było natomiast większe, niż całkowite pobranie niklu przez korzenie tej trawy.

Tabela 4. Pobranie Ni przez rzepak jary i grykę [$\mu\text{g/wazon}$]**Table 4.** Uptake of Ni by spring rape and buckwheat [$\mu\text{g/pot}$]

Obiekt			Rzepak jary			Gryka		
gleba	odczyn gleby	metal	części nadziemne	korzenie	suma	części nadziemne	korzenie	suma
mineralna	kwaśny	0	19	20	39	14	244	258
		Pb	17	30	47	17	145	161
		Cd	13	23	36	14	5	18
	obojętny	0	19	77	95	12	47	58
		Pb	6	44	50	12	40	52
		Cd	15	42	57	9	9	19
Średnio			15	39	54	13	82	94
organiczna	kwaśny	0	3	5	8	4	4	7
		Pb	3	3	6	2	3	5
		Cd	5	4	9	12	8	20
	obojętny	0	8	8	16	6	9	15
		Pb	4	5	9	6	16	22
		Cd	0	7	7	10	35	45
Średnio			4	5	9	7	13	19

Większe niż z gleb organicznych ilości niklu (od 2- do 8-krotnie więcej) pobrały rośliny z gleby mineralnej. Wpłynęły na to zarówno większa zawartość niklu w roślinach oraz większa ilość biomasy uzyskane z wazonów na tej glebie. Zastosowane wapnowanie gleby mineralnej kwaśnej w dawce równoważnej 2 Hh spowodowało, że w większości obiektów nastąpiło obniżenie poziomu pobrania badanego metalu.

Porównując ilości pobranego pierwiastka przez rośliny na glebach organicznych, tj. na glebie wytworzonej z torfu niskiego (gleba obojętna) i na glebie wytworzonej z torfu wysokiego (gleba kwaśna) stwierdza się odwrotną zależność niż na glebie mineralnej. Większe pobranie niklu na glebie organicznej obojętnej może wynikać z ogólnie wyższej jej żyzności, wyrażającej się znacznie większą biomasą roślin z tych obiektów. Na pobranie niklu wpływała też jego zawartość w glebie, w tym wypadku wyższa niż w pozostałych glebach.

Dane literaturowe potwierdzają istnienie korelacji między ogólną ilością niklu w glebie a jego koncentracją w roślinach [Kabata-Pendias, Pendias 1999].

Ponadto mniejsza zawartość materii organicznej odgrywała mniejszą rolę w ograniczaniu bioprzyswajalności niklu, w porównaniu z glebą kwaśną. Na poziom pobrania niklu z gleby organicznej wytworzonej z torfu wysokiego negatywnie wpływało natomiast jej pH, głównie poprzez ograniczenie wzrostu i rozwoju roślin oraz zmniejszenie ich biomasy, co jeszcze bardziej nasiliło zróżnicowanie pobrania pomiędzy obiektami na glebach organicznych.

Na glebie mineralnej pod wpływem zanieczyszczenia gleb solami kadmu lub ołowiu nastąpiło znacznie zmniejszone, w porównaniu z kontrolą, pobranie niklu przez rośliny testowe w większości obiektów. Również ograniczający wpływ kadmu (w dawkach wzrasta-

jących) na pobranie niklu oraz innych pierwiastków przez kostrzewę łąkową uprawianą na glebie mineralnej alkalicznej stwierdził Antonkiewicz [2007].

Tabela 5. Pobranie Ni przez kupkówkę pospolitą [$\mu\text{g}/\text{wazon}$]

Table 5. Uptake of Ni by orchard grass [$\mu\text{g}/\text{pot}$]

Obiekt			Kupkówka pospolita					
gleba	odczyn gleby	metal	części nadziemne (pokosy)				korzenie	suma
			I	II	III	I-III		
mineralna	kwaśny	0	47	203	37	287	281	568
		Pb	39	236	31	305	153	458
		Cd	37	189	257	483	179	662
	obojętny	0	65	86	8	159	138	297
		Pb	65	96	8	169	124	293
		Cd	30	138	15	183	81	264
Średnio			47	158	59	264	159	424
organiczna	kwaśny	0	25	7	3	35	21	56
		Pb	24	7	4	36	18	54
		Cd	22	8	3	33	17	50
	obojętny	0	26	78	61	165	15	180
		Pb	21	65	62	148	12	160
		Cd	23	69	75	167	14	181
Średnio			24	39	35	97	16	114

Poziom pobranie niklu wzrósł jedynie w korzeniach rzepaku pod wpływem ołowiu i w kupkówce pod wpływem kadmu w warunkach odczynu kwaśnego. Zmniejszenie ilości pobranego niklu na glebie mineralnej zanieczyszczonej kadmem lub ołowiem wynikało głównie z toksycznego wpływu tych metali na wzrost i rozwój roślin, które reagowały spadkiem biomasy, zwłaszcza na glebie kwaśnej. Gambuś [1997a] na podstawie przeprowadzonych badań wazonowych, biorąc pod uwagę spadek plonu pod wpływem badanych metali, stwierdził, że gryka i rzepak wykazywały średnią wrażliwość na ich toksyczny wpływ, trawy natomiast zaliczył do roślin najmniej wrażliwych wśród rozpatrywanych gatunków. Również Widera i in. [1996] badając wpływ różnych dawek ołowiu i kadmu do gleby na wzrost roślin, stwierdzili dużą odporność traw na toksyczne działanie tych metali.

Odmienne przedstawiały się poziomy pobranie niklu na glebach organicznych pod wpływem toksycznego oddziaływania kadmu lub ołowiu. Przede wszystkim nie wystąpiły tak duże różnice między glebą naturalną i glebą z dodatkiem metali jak w glebie mineralnej. Na glebach organicznych kadm stymulował pobranie niklu przez grykę, w większości zaś obiektów ograniczał, w porównaniu z kontrolą pobranie niklu przez rzepak i kupkówkę. W większości obiektów stwierdzono zmniejszenie pod wpływem Pb pobranie niklu przez rzepak, grykę i kupkówkę. Ołów wpływał na zmniejszenie poziomu pobranie niklu przez rośliny na glebach organicznych w większym stopniu niż kadm, choć w przypadku tego metalu nie można stwierdzić wyraźnej jednoznacznej ujemnej zależności między jego ilością a pobranie niklu. Z badań Ciarkowskiej

i Gambusia [2004] wynika, że w glebach silnie skażonych kadmem, cynkiem i ołowiem oraz jednocześnie o dużej zawartości substancji organicznej i obojętnym odczynie, występuje duża aktywność dehydrogenaz, świadcząca o uwstecznianiu metali i przeprowadzaniu ich w formy biologicznie nieaktywne. Może to zatem wyjaśniać dlaczego sole kadmu i ołowiu w mniejszym stopniu determinowały pobranie niklu na glebie organicznej niż w glebie mineralnej.

4. WNIOSKI

1. Zawartość niklu (średnio) w roślinach testowych zwiększała się w następującym porządku: gryka < kupkówka < rzepak, podczas gdy pobranie składnika z plonem zwiększało się w kolejności: rzepak < gryka < kupkówka.
2. Znacznie większą zawartość niklu stwierdzono w roślinach z obiektów na glebie mineralnej niż na glebach organicznych. Kwaśny odczyn gleb wpływał na zwiększenie zawartości tego mikroelementu w porównaniu z zawartością na glebach o odczynie obojętnym.
3. Zastosowanie soli kadmu lub ołowiu do gleby mineralnej powodowało najczęściej zmniejszenie zawartości niklu w roślinach testowych (gryka, rzepak i korzenie kupkówki). Dodatek kadmu do gleb organicznych wpływał natomiast stymulująco na zawartość niklu w gryce, zaś jego wpływ na zawartość niklu w kupkówce nie był jednoznaczny.
4. Na glebie mineralnej rośliny pobrały wielokrotnie większe ilości niklu niż na glebach organicznych. Złożyły się na to zarówno większe zawartości niklu w roślinach, jak i większe ich biomasy. Kwaśny odczyn gleb pomimo wpływu na zwiększenie zawartości niklu wpływał negatywnie na jego pobranie przez rośliny. Wynikało to ze znacznie niższego plonu uzyskanego w warunkach dużego stężenia protonu.
5. Sole kadmu lub ołowiu wprowadzone do gleby mineralnej jako chemiczne zanieczyszczenie najczęściej ograniczały w porównaniu z kontrolą, pobranie niklu z biomasa roślin (z wyjątkiem części nadziemnych kupkówki).
6. Na glebach organicznych kadm głównie stymulował pobranie niklu przez grykę, w większości obiektów zaś ograniczał pobranie przez rzepak i kupkówkę, w porównaniu z kontrolą. Wpływ ołowiu na pobranie niklu nie był jednoznaczny i zależał od gatunku rośliny, jej organu oraz pH gleb.

PIŚMIENNICTWO

- ANTONKIEWICZ J. 2007. Zawartość metali ciężkich w kostrzewie łąkowej uprawianej na glebie z dodatkiem popiołu i kadmu. IOŚ, Warszawa. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych 31: 302–310.
- ANTONKIEWICZ J., JASIEWICZ CZ. 2002. Ocena przydatności różnych gatunków roślin do fitoremediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus 1–2 (1–2): 119–130.

- BADORA A. 2002. Wpływ pH na mobilność pierwiastków w glebach. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 482: 21–36.
- CIARKOWSKA K., GAMBUŚ F. 2004. Aktywność dehydrogenaz w glebach zanieczyszczonych metalami ciężkimi w rejonie Olkusza. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 501: 79–85.
- GAMBUŚ F. 1997a. Pobieranie metali ciężkich przez różne gatunki roślin uprawnych. Część I. Wrażliwość roślin na metale ciężkie. Acta Agr. Silv., ser. Agr. 35: 21–29.
- GAMBUŚ F. 1997b. Pobieranie metali ciężkich przez różne gatunki roślin uprawnych. Część II. Akumulacja metali ciężkich przez rośliny. Acta Agr. Silv., ser. Agr. 35: 31–44.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN Warszawa.
- SPIAK Z. 1996. Gatunkowa odporność roślin na wysokie stężenie niklu w glebie. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 434: 979–984.
- SPIAK Z. 1997. Wpływ formy chemicznej niklu na pobranie tego pierwiastka przez rośliny. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 448a: 311–316.
- WALL Ł. 2003. Próba określenia granicy toksyczności niklu dla gryki. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 493: 261–268.
- WARDA M. 1997. Wpływ właściwości gleby na akumulację kadmu i niklu w trawach i roślinach dwuliściennych wybranych z runi pastwiskowej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 448a: 347–351.
- WIDERA M., WŁODEK S., GEDIGA K. 1996. Wzrost i plonowanie trzech gatunków roślin w drugim roku po skażeniu gleby ołowiem i kadmem. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 434: 915–920.