

OKREŚLENIE STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA AZOTANAMI(V)
I METALAMI CIĘŻKIMI ANATOMICZNYCH CZĘŚCI WARZYW
POCHODZĄCYCH Z OGRODÓW DZIAŁKOWYCH OTMUCHOWA
(WOJEWÓDZTWO OPOLSKIE)

AGNIESZKA JAGIEŁŁO, MARTA BOŻYM, WITOLD WACŁAWEK

Uniwersytet Opolski, Instytut Chemii, ul. Oleska 48, 45-052 Opole

KOMUNIKAT

Keywords: nitrates, heavy metals, vegetables, soil, allotment gardens.

ASSESSMENT OF NITRATES AND HEAVY METALS CONTAMINATION DEGREE IN
ANATOMIC PARTS OF VEGETABLES CULTIVATED IN ALLOTMENT GARDENS IN
OTMUCHÓW (OPOLE DISTRICT)

Summary

The results obtained for heavy metals concentration determined in soil and vegetables taken from allotments in Otmuchów are presented. Soil and vegetable samples were collected three times during vegetation period. Red beet, carrot and parsley root samples were taken. Vegetable roots were separated into skin, pulp and core. Nitrates and heavy metals (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni) in soil and vegetable samples were determined. The highest content of nitrates was found in red beet. The highest content of Zn, Cu, Pb and Ni was found in parsley and of Cd in carrot root. Heavy metals cumulated in the skin of vegetable roots, whereas nitrates cumulated in the pulp.

Streszczenie

Podjęto próbę oceny zanieczyszczenia gleb i warzyw metalami ciężkimi na terenie ogrodów działkowych Otmuchowa. W okresie wegetacyjnym pobrano trzykrotnie próbki gleby i roślin. Do badanych roślin należały: burak, marchew, pietruszka. Korzenie warzyw dzielono na części anatomiczne: skórkę, miąższ i rdzeń. W próbkach gleby i warzyw oznaczono zawartość azotanów(V) i metali ciężkich (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni). Gleby ogrodów działkowych Otmuchowa charakteryzowały się naturalną zawartością metali ciężkich. Najwięcej azotanów(V) stwierdzono w korzeniu buraka. Najwięcej Zn, Cu, Pb i Ni gromadził korzeń pietruszki, a Cd korzeń marchwi. Metale ciężkie kumulowały się głównie w skórce korzeni warzyw, natomiast azotany(V) w miąższu warzyw.

WSTĘP

Gleby na terenach ogrodów działkowych są narażone na zanieczyszczenia metalami ciężkimi szczególnie, gdy zlokalizowane są w pobliżu zakładów przemysłowych lub tras komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu. Zbyt wysokie dawki azotu w glebie działają niekorzystnie na jakość roślin jadalnych uprawianych na tych glebach [1, 4]. Warzywa hodowane na zanieczyszczonych glebach często gromadzą nadmierne ilości związków szkodliwych, co powoduje, że stają się źródłem zagrożenia dla zdrowia człowieka [2, 3, 5, 7].

Celem tej pracy było określenie zdrowotności warzyw uprawianych na terenie ogrodów działkowych Otmuchowa, na podstawie zawartości w nich azotanów(V) i metali ciężkich oraz porównanie rozmieszczenia tych zanieczyszczeń w częściach anatomicznych korzeni warzyw.

METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Warzywa do badań pochodziły z trzech kompleksów działkowych Otmuchowa znajdujących się przy ulicy Sportowej, ulicy Krakowskiej oraz znajdujących się w pobliżu cukrowni Otmuchów. Na terenie kompleksów wybrano 2–5 reprezentatywne działki. Warzywa z działek pobrano trzykrotnie w okresie wegetacyjnym: 02.07.2002 r., 12.08.2002 r., 24.09.2002 r. Do badań wybrano buraka ćwikłowego, marchew i pietruszkę. Korzenie warzyw dzielono na części anatomiczne: skórkę, miąższ, rdzeń. W próbkach warzyw oznaczono zawartość azotanów(V) i metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni). Uzyskane wyniki analiz porównano z obowiązującymi w Polsce normami [10].

W glebie oznaczono skład granulometryczny, $pH_{(KCl)}$, zawartość substancji organicznej, zawartość węgla organicznego, zawartość azotu ogólnego i azotanów(V), fosforu ogólnego [9]. Zawartość metali ciężkich w próbkach gleby i roślin oznaczono metodą ASA przy użyciu spektrofotometru AAS Solaar 969 firmy UNICAM. próbki gleby i roślin mineralizowano przy użyciu stężonych kwasów $HClO_4 + HCl + HNO_3$ (gleba) (stos. 1:1:2) i $HNO_3 + HClO_4$ (rośliny) (stos. 3:1) [9].

WYNIKI BADAŃ

Badane próbki gleby należały do glin średnich lub lekkich piaszczystych. $pH_{(KCl)}$ oscylowało w granicach 7,00 (6,87–7,15). Gleba charakteryzowała się dużą zawartością węgla organicznego (2,14–4,49%), średnią zawartością fosforu (0,05–0,13%) i azotu (0,05–0,19%). Gleby ogrodów działkowych Otmuchowa charakteryzowały się naturalną zawartością cynku, miedzi, ołowiu, kadmu i niklu zgodnie z podziałem gleb wg IUNG Puławy (Tab. 1) [6].

A z o t a n y. Zawartość azotanów(V) zależała od zawartości w glebie i od daty poboru prób. Najwięcej azotanów(V) oznaczono w próbkach trzeciego poboru, to znaczy w okresie zakończenia wegetacji warzyw. Korzeń buraka zgromadził największą ilość azotanów(V) (średnio 628 mg/kg ś.m.) w porównaniu z korzeniem marchwi i pietruszki (Tab. 1). Norma zawartości azotanów(V) w korzeniu buraka nie została przekroczona w żadnym przypadku ($<1500 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg ś.m.}$). Natomiast zostały przekroczone dopuszczalne normy stężenia azotanów(V) w 80% próbek marchwi i pietruszki w ostatnim pobraniu ($<400 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg ś.m.}$).

Tabela 1. Zawartość azotanów(V) i metali ciężkich w całych korzeniach warzyw i glebie
(średnia; SD; zakres)
Nitrates and heavy metal contents in whole vegetable roots and in soil
(average, SD and the concentration range)

Rodzaj zanieczyszczenia Type of contaminant	Gatunek warzywa Species of vegetable			Gleba Soil
	burak red beet	marchew carrot	pietruszka parsley	
n = 99				
mg/kg ś.m.				mg/kg s.m.
NO ₃				
średnia average	629	413	409	54
SD	296	174	211	21
zakres concentration range	177–977	74–591	158–635	17–76
Zn				
średnia average	2,46	2,34	4,51	82,4
SD	0,82	1,03	1,19	15,7
zakres concentration range	1,56–4,41	1,15–4,68	1,05–4,85	53,4–105,4
Cu				
średnia average	0,79	0,58	0,93	15,4
SD	0,38	0,17	0,41	4,4
zakres concentration range	0,26–1,44	0,35–0,92	0,38–1,72	11,9–27,9
Pb				
średnia average	0,14	0,17	0,18	21,8
SD	0,06	0,07	0,08	6,1
zakres concentration range	0,10–0,27	0,10–0,32	0,10–0,30	11,1–31,5
Cd				
średnia average	0,07	0,18	0,15	0,40
SD	0,04	0,30	0,16	0,10
zakres concentration range	0,03–0,16	0,03–0,97	0,03–0,54	0,03–0,50
Ni				
średnia average	0,24	0,20	0,53	14,9
SD	0,09	0,07	0,22 1,722,22	1,7
zakres concentration range	0,03–0,30	0,05–0,27	0,16–0,77	12,2–18,0

Tabela 2. Zawartość metali ciężkich w częściach anatomicznych korzeni warzyw mg/kg ś.m.
(średnia; SD; zakres)

Nitrates and heavy metal contents in anatomic parts of vegetable mg/kg f.m.
(average, SD and the concentration range)

Metal Metal	Burak Red beet			Marchew Carrot			Pietruszka Parsley		
	skórka skin	miąższ pulp	rdzeń core	skórka skin	miąższ pulp	rdzeń core	skórka skin	miąższ pulp	rdzeń core
n = 66									
NO₃⁻									
średnia average	591	638	594	376	416	429	324	422	405
SD	391	445	380	202	192	271	129	268	219
min	143	198	228	141	170	130	162	138	100
max	1031	1128	1088	788	342	806	817	708	550
Zn									
średnia average	4,62	2,36	3,06	2,35	2,28	2,87	5,33	3,67	4,53
SD	2,36	1,21	2,50	0,70	1,22	1,28	1,34	1,84	2,53
min	1,65	1,30	1,38	1,55	1,11	1,14	3,41	1,34	1,65
max	7,55	4,20	7,87	3,42	4,28	4,27	7,36	6,26	7,65
Cu									
średnia average	1,02	0,75	0,69	0,74	0,50	0,74	1,27	0,79	1,28
SD	0,50	0,34	0,38	0,43	0,15	0,46	0,76	0,41	0,90
min	0,51	0,39	0,34	0,36	0,35	0,39	0,07	0,40	0,43
max	1,78	1,31	1,38	1,53	0,72	1,62	2,05	1,53	2,77
Pb									
średnia average	0,23	0,11	0,12	0,21	0,14	0,17	0,24	0,24	0,14
SD	0,12	0,01	0,06	0,07	0,05	0,09	0,16	0,10	0,07
min	0,10	0,10	0,10	0,14	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
max	0,46	0,13	0,24	0,29	0,20	0,31	0,42	0,36	0,27
Cd									
średnia average	0,07	0,07	0,07	0,27	0,18	0,16	0,21	0,11	0,13
SD	0,04	0,04	0,03	0,31	0,27	0,19	0,17	0,05	0,11
min	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	0,10	0,05	0,03
max	0,14	0,14	0,11	0,85	0,74	0,55	0,55	0,20	0,33
Ni									
średnia average	0,28	0,24	0,26	0,27	0,20	0,28	0,66	0,42	0,42
SD	0,17	0,13	0,10	0,12	0,09	0,10	0,31	0,11	0,18
min	0,06	0,08	0,09	0,15	0,11	0,09	0,32	0,21	0,24
max	0,51	0,44	0,35	0,41	0,33	0,38	1,13	0,52	0,70

Miąsz buraka i pietruszki oraz rdzeń marchwi gromadziły najwięcej azotanów(V), natomiast najmniej skórki badanych warzyw (Tab. 2).

C y n k. Zawartość cynku w korzeniu roślin wahała się w granicach od 1,05–4,68 mg/kg ś.m. Najwięcej tego metalu gromadził korzeń pietruszki (4,51 mg/kg ś.m.) (Tab. 1). Podobne wyniki otrzymała Leszczyńska [8] w badaniach nad kumulacją cynku w korzeniach warzyw. Największą zdolność kumulowania cynku posiadała skórka buraka i pietruszki oraz rdzeń marchwi. Najmniej cynku gromadził miąższ korzeni warzyw (Tab. 2).

M i e d ź. Korzenie warzyw gromadziły miedź w zależności od gatunku i terminu zbioru, od 0,26 do 1,72 mg/kg ś.m. Z badanych warzyw najwięcej miedzi zgromadziło się w korzeniu pietruszki (0,93 mg/kg ś.m.) (Tab. 1). Także Leszczyńska [8] stwierdziła, że z badanych korzeni warzyw najwięcej miedzi kumulowała pietruszka. Najwięcej miedzi kumulowała skórka badanych korzeni warzyw. Najmniej miedzi zgromadził miąższ marchwi i pietruszki oraz rdzeń buraka (Tab. 2).

O ł ó w. Zakres zawartości ołowiu w roślinach w całym okresie wegetacji wahał się od 0,10 do 0,94 mg/kg ś.m. Normy zawartości ołowiu w warzywach zostały przekroczone w 100% próbek (norma 0,10) [10]. Stwierdzono najwyższą kumulację ołowiu w korzeniach pietruszki, następnie marchwi i buraka (Tab. 1). Także w tym przypadku uzyskane wyniki zgadzały się z badaniami Leszczyńskiej [8]. Najwięcej ołowiu zgromadziła skórka korzeni warzyw. Najmniej ołowiu znajdowało się w miąższu buraka i marchwi oraz rdzeniu pietruszki (Tab. 2).

K a d m. Korzenie warzyw zgromadziły od 0,03 do 0,97 mg Cd/kg ś.m. (Tab. 1). Normy zawartości kadmu w korzeniach warzyw zostały przekroczone w 30% próbek marchwi i 15% próbek pietruszki (norma 0,08 mg/kg ś.m.) [10]. Najwyższą zawartość tego metalu stwierdzono w korzeniu marchwi (0,97 mg/kg ś.m.) (Tab. 1). Inne wyniki otrzymała Leszczyńska [8], która stwierdziła najlepszą zdolność kumulacji kadmu przez korzenie pietruszki. W przypadku kadmu największą zdolność do jego kumulacji wykazywała skórka korzeni warzyw (Tab. 2).

N i k i e l. Korzenie warzyw gromadziły nikiel w zależności od gatunku i terminu zbioru, od 0,03 do 0,77 mg/kg ś.m. (Tab. 1). Najwięcej niklu stwierdzono w próbkach korzenia pietruszki (0,53 mg/kg ś.m.) (Tab. 1). Najwięcej niklu znajdowało się w skórce buraka i pietruszki oraz rdzeniu marchwi. Najmniej niklu kumulował miąższ korzeni warzyw (Tab. 2).

WNIOSKI

1. Najwięcej azotanów(V) zgromadził burak. Azotany(V) kumulowane były głównie w miąższu korzeni warzyw.
2. Korzenie warzyw nie były zanieczyszczone cynkiem, miedzią i niklem. 30% próbek marchwi i 15% pietruszki przekraczało dopuszczalną normę zawartości kadmu oraz 100% wszystkich próbek zawartości ołowiu.
3. Najwięcej Zn, Pb, Cu i Ni gromadził korzeń pietruszki, a Cd korzeń marchwi.
4. Metale ciężkie kumulowały się głównie w skórce korzeni warzyw. Najmniej metali stwierdzono w ich miąższu.

LITERATURA

- [1] Barczak B., W. Cwojdzński: *Wpływ nawożenia i warunków uprawy na jakość wybranych warzyw regionu bydgoskiego i gdańskiego*, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., **440**, 11–17 (1996).
- [2] Breś W.: *Metale ciężkie w warzywach uprawianych w ogrodach działkowych w Poznaniu*, Roczn. AR w Poznaniu, **34**, 33–37 (1998).
- [3] Curyło T.: *Zawartość metali ciężkich w warzywach z ogrodów działkowych w Tarnowie*, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., **448b**, 35–42 (1997).
- [4] Fotyma M., S. Mercik: *Chemia rolna*, PWN, Warszawa 1992.
- [5] Jasiewicz C., R. Sendor, J. Buczek: *Zawartość metali ciężkich w warzywach uprawianych w ogrodach działkowych Sosnowca*, Roczn. AR w Poznaniu, **34**, 117–123 (1998).
- [6] Kabata-Pendias A., T. Motowicka-Terelak, M. Piotrowska, H. Terelak, M. Witek: *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką*, IUNG, Puławy 1993.
- [7] Kabata-Pendias A., H. Pendias: *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, PAN, Kraków 1993.
- [8] Leszczyńska T.: *Porównanie zawartości wybranych metali ciężkich w warzywach pochodzących ze sklepów z żywnością ekologiczną oraz placów targowych Krakowa*, Bromat. Chem. Toksykol., **2**, 191–196 (1999).
- [9] Ostrowska A., S. Gawliński, Z. Szczubiałka: *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*, IOŚ, Warszawa 1991.
- [10] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 13.01.2003 r., Dz. U. nr 37, poz. 326.

Wpłynęło: 17 listopada 2003, zaakceptowano do druku: 6 kwietnia 2004.