

PRZYDATNOŚĆ KONSUMPCYJNA ZIEMNIAKÓW I WARZYW UPRAWIANYCH W POBLIŻU DRÓG REGIONU RZESZOWSKIEGO

Jan Buczek, Renata Tobiasz-Salach, Ewa Szpunar-Krok

Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów
e-mail: jbuczek@univ.rzeszow.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości ołowiu i kadmu oraz dokonano określenia przydatności do spożycia ziemniaków i warzyw korzeniowych uprawianych w regionie rzeszowskim w pobliżu ruchliwej drogi E 4. Analizą objęto bulwy ziemniaków oraz jadalne części warzyw (korzenie spichrzowe): marchewki, pietruszki, buraka ćwikłowego i selera. Próby roślin będących w fazie ich dojrzałości użytkowej pobierano w bezpośrednim sąsiedztwie (2-5 m) oraz w odległości 10 i 15 m od krawędzi drogi. Stwierdzono wyraźną zależność między przeciętną zawartością Pb i Cd w bulwach ziemniaka i korzeniach warzyw a odległością od drogi. Odnotowano przekroczenia norm konsumpcyjnych, zwłaszcza w bulwach ziemniaków oraz w korzeniach pietruszki i buraków ćwikłowych pobranych do 10 m od krawędzi drogi. Poza nielicznymi przypadkami zawartość Pb i Cd w korzeniach marchwi i selera mieściła się w granicach normy.

Słowa kluczowe: szlaki komunikacyjne, zawartość, ołów, kadm, ziemniaki, warzywa

WSTĘP

Obecnie obserwuje się w środowisku rolniczym, w tym głównie w roślinach uprawnych, a w konsekwencji w żywności, duży wzrost różnego rodzaju skażeń chemicznych, w tym metali ciężkich, będących skutkiem ich niekontrolowanych emisji przez zakłady przemysłowe oraz rozwijającą się w szybkim tempie motoryzację. Metale ciężkie, które przenikają z tych źródeł do gleby, wody i powietrza stanowią bezpośrednie zagrożenie zdrowia człowieka, powodując wiele chorób cywilizacyjnych (Strusiński i in. 1976, Curzydło 1988, Czarnowska 1994, Gontarz i Dmowski 2000).

Z roślin uprawnych warzywa wykazują największe możliwości magazynowania metali ciężkich zarówno przez pobranie z gleby przez korzenie, jak i bezpośrednio z opadu suchego lub mokrego przez części nadziemne. W przypadku wa-

rzyw przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji większość osadzonych na powierzchni metali można usunąć przez ich mycie, jednak metale pobrane przez korzenie zostają wbudowane w ich tkanki roślinne przez co mogą być źródłem zagrożenia dla ludzi (Jarosz i Marchwińska 1991, Gambuś i Wieczorek 1995, Curyło 1997).

Z uwagi na to, że wśród płodów rolnych stanowiących podstawę wyżywienia człowieka, obok warzyw ziemniaki zajmują znaczącą pozycję (udział ich w strukturze zasiewów na Podkarpaciu jest dość wysoki) a ponadto zwykle uprawia się je w sąsiedztwie warzyw, zainteresowano się również i tym gatunkiem.

Badania przedstawione w niniejszej pracy dotyczą oceny stopnia zawartości ołowiu i kadmu w ziemniakach i wybranych warzywach uprawianych w pobliżu ruchliwej drogi E 4 w regionie rzeszowskim. Ponadto dokonano oceny przydatności konsumpcyjnej tych gatunków roślin.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2002-2003 w szesnastu punktach kontrolnych zlokalizowanych wzdłuż ruchliwej drogi E 4 na odcinku Rzeszów-Tarnów i Rzeszów-Przemysł. W badaniach uwzględniono ołów jako składnik benzyny etylizowanej i kadm, który jest uwalniany podczas spalania ropy i paliw stałych.

Analizą objęto bulwy ziemniaków oraz jadalne części warzyw (mięsz korzeni spichrzowych): marchewki, pietruszki, buraka ćwikłowego i selera. Próby z roślin będących w fazie dojrzałości użytkowej pobierano w bezpośrednim sąsiedztwie (2-5m) oraz w odległości 10 i 15 m od krawędzi drogi. Łącznie pobrano 720 prób w trzech powtórzeniach.

Próbki roślin pobierano po stronie północnej drogi E 4, ponieważ tam były zlokalizowane plantacje ziemniaków i warzyw a także dominuje południowo-zachodni kierunek wiatrów.

Zawartość ołowiu i kadmu oznaczono po wcześniejszej suchej mineralizacji materiału roślinnego, metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA).

Ocenę zawartości ołowiu i kadmu w bulwach ziemniaków i korzeniach warzyw pod względem przydatności do spożycia, przeprowadzono w oparciu o liczby graniczne Pb i Cd zaproponowane przez Kabatę-Pendias (1993) oraz o normy obowiązujące w kraju (Zarządzenie MZiOS 1993, Rozporządzenie MZ 2001).

Statystyczne opracowanie wyników polegało na wyliczeniu współczynników korelacji liniowej określających siłę związku zawartości Pb i Cd w badanych roślinach w zależności od odległości od drogi oraz współczynników zmienności, charakteryzujących dyspersję wyników wokół ich średnich. Do porównania zawartości Pb i Cd w poszczególnych roślinach zastosowano analizę wariancji przy poziomie istotności $p = 0,05$. Do obliczeń statystycznych wykorzystano pakiety Microsoft Office oraz Statistica 7.1.

WYNIKI I DYSKUSJA

Jak podają Fotyma i Mercik (1995) zawartość metali ciężkich w roślinach zależy przede wszystkim od gatunku, ale także od odmiany, fazy rozwojowej, części rośliny i od zawartości metali ciężkich w glebie oraz od wielu innych czynników środowiskowych. Zawartość ołowiu i kadmu w ziemniakach i warzywach korzeniowych była zróżnicowana i zależała od gatunku rośliny oraz od odległości uprawy od drogi. Różnice pomiędzy najniższymi a najwyższymi zawartościami metali były 2-3-krotne, a w przypadku zawartości ołowiu i kadmu w ziemniakach i marchwi ponad 4-krotne. Dużą rozbieżność oznaczonych zawartości Pb i Cd w ziemniakach i marchwi potwierdza współczynnik zmienności, który w przypadku tych roślin była najwyższy. Zakres zawartości metali w ziemniakach w zależności od lokalizacji upraw wahał się od 0,30 do 1,40 mg Pb·kg⁻¹ i od 0,10 do 0,30 mg Cd·kg⁻¹ (tab. 1).

Tabela 1. Zawartość ołowiu i kadmu w ziemniakach i warzywach (mg·kg⁻¹ s.m.)

Table 1. Lead and cadmium content in potatoes and vegetables (mg kg⁻¹ d.m.)

Metale ciężkie Heavy metals	Wartość – Value			Współczynnik zmienności Variation coefficient (V)
	średnia mean	minimalna minimum	maksymalna maximum	
Ziemniak – Potato				
Pb	1,00	0,30	1,40	68
Cd	0,18	0,10	0,30	75
Marchew – Carrot				
Pb	0,80	0,25	1,20	72
Cd	0,10	0,05	0,20	61
Pietruszka – Parsley				
Pb	1,15	0,65	1,45	42
Cd	0,15	0,10	0,35	45
Burak ćwikłowy – Red beet				
Pb	1,19	0,67	1,38	50
Cd	0,14	0,07	0,25	58
Seler – Celeriac				
Pb	0,95	0,35	1,10	60
Cd	0,09	0,05	0,18	63

Zbliżony zakres stężeń ołowiu w miąższu ziemniaków (0,30-1,30 mg·kg⁻¹) uzyskał Curzydło (1988) badając zawartość Pb w ziemniakach w zależności odległości od dróg. Natomiast z badań Kabaty-Pendias i in. (1993) wynika, że zawartość kadmu w całych bulwach ziemniaków mieści się w przedziale od 0,03 do 0,20 mg·kg⁻¹.

Analizując najwyższe średnie zawartości ołowiu badane rośliny można uszeregować malejąco, począwszy od najwyższej zawartości: burak ćwikłowy > pietruszka > ziemniak > seler > marchew. Najniższe średnie zawartości kadmu podobnie jak i ołowiu stwierdzono w korzeniach marchwi i selera, a najwyższe w bulwach ziemniaka ($0,18 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), korzeniach buraka ćwikłowego ($0,14 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i pietruszki ($0,15 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Badania Czarnowskiej (1994) oraz Gontarza i Dmowskiego (2000) dotyczące akumulacji ołowiu i kadmu w warzywach uprawianych na terenach narażonych przez emisje pyłowe wykazały kilku a nawet kilkunastokrotnie wyższe zawartości Pb i Cd w częściach korzeniowych warzyw od uzyskanych w niniejszych badaniach. Natomiast w badaniach Rosady i Nijak (2002) nie stwierdzono fitotoksycznego oddziaływania huty miedzi na uprawiane w pobliżu warzywa korzeniowe, w których oznaczone zawartości metali ciężkich w tym ołowiu i kadmu, mieściły się w granicach normy i były znacznie niższe od stwierdzonych w badaniach własnych.

Wyniki badań dotyczące zawartości ołowiu i kadmu w różnych gatunkach roślin uprawianych w pobliżu dróg wykazują, że wysokie ich stężenia występują głównie w warzywach liściowych natomiast mniejsze ich koncentracje stwierdza się w podziemnych częściach roślin, w tym warzyw i bulw ziemniaczanych (Strusiński i in. 1976, Czarnowska 1994). Jak wynika z badań Curzydły (1988) oraz Jarosz i Marchwińskiej (1991), w warunkach oddziaływania zanieczyszczeń komunikacyjnych zawartości zwłaszcza Pb i Cd oraz Zn mogą wzrastać w korzeniach roślin, przyjmując wyższe zawartości w próbkach pobranych przy drogach w porównaniu do próbek pobranych z dalszej odległości od dróg.

W tabeli 2 podano średnie zawartości ołowiu i kadmu w badanych roślinach z wszystkich miejscowości i odległości od drogi. Stwierdzono wyraźną zależność między przeciętną zawartością Pb i Cd w bulwach ziemniaka i korzeniach warzyw a odległością od drogi, co zgodne jest z cytowaną literaturą. Potwierdza to analiza współczynników korelacji, która wykazała istotnie ujemną zależność zawartości Pb i Cd od odległości od drogi, zwłaszcza dla ziemniaków, marchwi i pietruszki. Również zawartość ołowiu i kadmu w burakach ćwikłowych i selerze malała wraz ze wzrostem odległości od drogi (tab. 3).

Porównując średnie zawartości ołowiu i kadmu w częściach roślin pobranych w odległości od 10 do 15 m od drogi, zawartość Pb w ziemniakach wynosiła 76-79% w stosunku do zawartości w próbce pobranej z odległości 2-5 m od drogi. Odpowiednio zawartość ołowiu w pietruszce wynosiła 75-84%, marchwi 61-81%, burakach ćwikłowych 59-84% i selerze 42-49%.

Zawartości kadmu w próbkach pobieranych z odległości 2-5 m od drogi były także zróżnicowane i wynosiły w bulwach ziemniaków 75-83%, pietruszce 64-80%, marchwi 52-80%, burakach ćwikłowych 33-55% i selerze 55-83%. Naj-

większe, więc zróżnicowanie w roślinach w zależności od odległości od drogi w stosunku do odległości 5 m, wystąpiło w zawartości Pb u marchwi i buraków ćwikłowych a w zawartości Cd u marchwi i selera.

Tabela 2. Średnie zawartości ołowiu i kadmu w ziemniakach i warzywach uprawianych w różnej odległości od drogi ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) – średnio z 16 miejscowości

Table 2. Mean contents of lead and cadmium in potatoes and vegetables grown at various distances from roads ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.) – average from 16 localities

Metale ciężkie Heavy metals	Odległość od drogi Distance from road	Gatunki roślin – Crop species				
		Ziemniak Potato	Marchew Carrot	Pietruszka Parsley	Burak ćwikłowy Red beet	Seler Celery
Ołów Lead	2-5 m	1,17	0,98	1,20	1,01	0,85
	10 m	0,93	0,80	1,01	0,85	0,63
	15 m	0,89	0,60	0,90	0,60	0,42
NIR _{0,05} gatunki roślin – LSD _{0,05} crop species – 0,15						
Kadm Cadmium	2-5 m	0,24	0,19	0,25	0,27	0,18
	10 m	0,20	0,15	0,20	0,15	0,15
	15 m	0,18	0,10	0,16	0,09	0,10
NIR _{0,05} gatunki roślin – LSD _{0,05} crop species – 0,05						

Tabela 3. Zależności zawartości Pb i Cd w ziemniakach i warzywach od odległości od drogi – współczynniki korelacji prostej

Table 3. The relationship between Pb and Cd in potatoes and vegetables versus their distance from road – coefficient of simple correlation

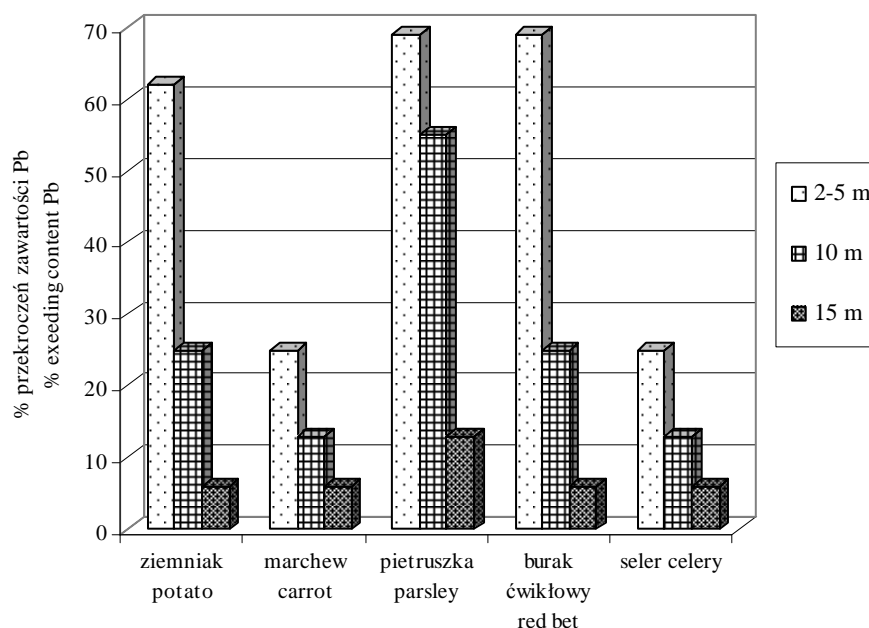
Gatunki roślin – Crop species	Ołów – Lead	Kadm – Cadmium
Ziemniak – Potato	-0,78***	-0,53**
Marchew – Carrot	-0,68***	-0,59***
Pietruszka – Parsley	-0,62***	-0,48**
Burak ćwikłowy – Red beet	-0,58**	-0,45*
Seler – Celery	-0,38*	-0,53**

Korelacja istotna przy poziomie istotności: *p = 0,05; **p = 0,01; *** p = 0,001 – Correlation significant at: *p = 0.05; **p = 0.1; *** p = 0.001.

W odległości 2-5 m od drogi istotnie więcej ołowiu stwierdzono w pietruszce ($1,20\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i ziemniakach ($1,17\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż w pozostałych roślinach zwłaszcza w selerze ($0,85\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Natomiast najwyższe średnie zawartości kadmu odnotowano w tej odległości w burakach ćwikłowych ($0,27\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), pietruszce

($0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i ziemniakach ($0,24 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a istotnie najmniej podobnie jak w przypadku Pb w selerze ($0,10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i marchwi ($0,10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Metale ciężkie a zwłaszcza wysoka zawartość ołowiu i kadmu w roślinach, które przeznacza się do spożycia, powoduje pogorszenie ich jakości i wartości pokarmowej (Fotyma i Mercik 1995, Filipek-Mazur i in. 2003)



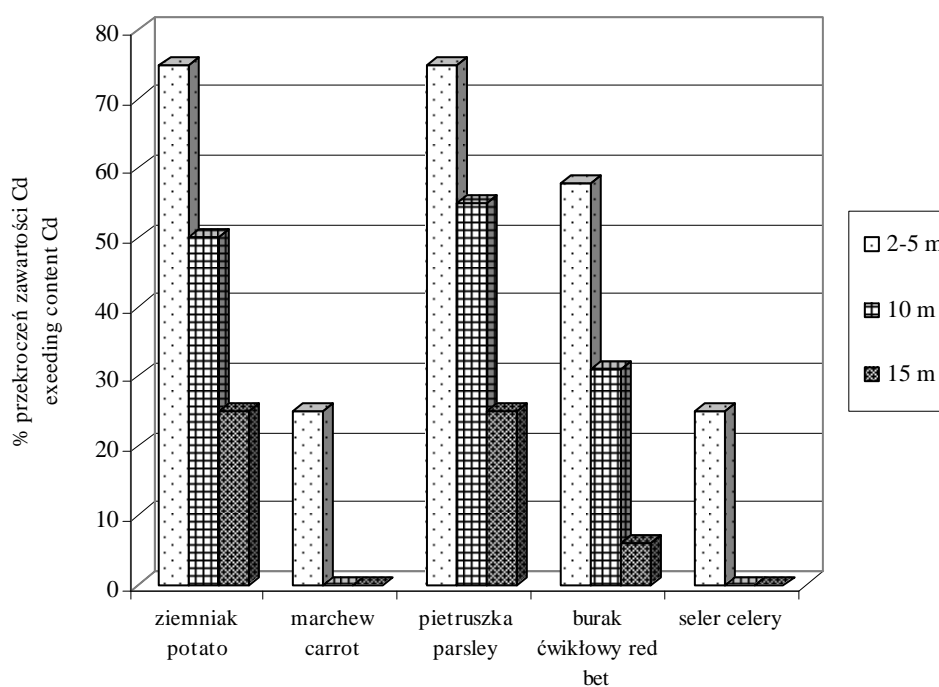
Rys. 1. Przekroczenia zawartości konsumpcyjnej ołowiu w ziemniakach i warzywach uprawianych w zależności od odległości od drogi

Fig. 1. Exceeding of consumptive content of lead in potatoes and vegetables grown near roads versus their distance from road

Normy zawartości Pb i Cd w roślinach, zaproponowane przez Kabatę-Pendias (1993) dopuszczają konsumpcję roślin o zawartości $1,0 \text{ mg Pb}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $0,15 \text{ mg Cd}\cdot\text{kg}^{-1}$. Ocena badanych części roślin według tych norm wskazuje, że w ponad 60% pobranych w odległości 2-5 m od drogi prób bulw ziemniaków oraz korzeni pietruszki i buraków ćwikłowych nie spełniało wymagań jakościowych odpowiadających ich przydatności konsumpcyjnej, z uwagi na nadmierną zawartość ołowiu a zwłaszcza kadmu.

Natomiast w odległości 10 m od drogi około 50% tych trzech gatunków roślin miała jeszcze podwyższoną zawartość kadmu a w przypadku pietruszki również

ołowiu. Poza nielicznymi przypadkami zawartość ołowiu i kadmu w korzeniach marchwi i selera mieściła się w granicach przyjętych norm (rys. 1 i 2).



Rys. 2. Przekroczenia zawartości konsumpcyjnej kadmu w ziemniakach i warzywach uprawianych w zależności od odległości od drogi

Fig. 2. Exceeding of consumptive content of cadmium in potatoes and vegetables grown near roads versus their distance from road

Badania Gambusia i Wieczorka (1995) oraz Curyły (1997) dowodzą, że w roślinach pochodzących z terenów nie zanieczyszczonych, stwierdza się także zawartość Cd w granicach lub powyżej normy ($0,15 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Jeżeli przyjąć więc za normę zawartość kadmu $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Zarządzenie MZiOS 1993) to zawartość tą przekroczone tylko w około 20% prób ziemniaków, pietruszki i buraków ćwikłowych pobranych w odległości najbliższej drogi, tj. 2-5 m.

W roku 2001 (Rozporządzenie MZ 2001) weszła w życie ustawa o dopuszczalnym poziomie metali ciężkich w środkach spożywczych. Zawarte w ustawie normy zwłaszcza dotyczące zawartości ołowiu i kadmu w roślinach są bardziej rygorystyczne niż obowiązujące wcześniej. Zgodnie z tą normą wszystkie jadalne części zarówno ziemniaków jak i warzyw pochodzące nawet z odległości 15 m od

drogi nie nadają się do bezpośredniego spożycia. Rośliny te mogą jedynie być wykorzystane jako pasza dla zwierząt lub na cele przemysłowe.

WNIOSKI

1. Zawartość ołowiu i kadmu w ziemniakach i warzywach uprawianych wzdłuż trasy E 4 była zróżnicowana zależnie do gatunku rośliny i lokalizacji upraw w stosunku do drogi.

2. Stwierdzono zmniejszanie się średnich zawartość ołowiu i kadmu w analizowanych częściach roślin wraz z odległością od drogi.

3. Obniżoną jakość ze względu na nadmierną zawartość ołowiu i kadmu stwierdzono w około 60% prób bulw ziemniaków, korzeni pietruszki oraz buraków ćwikłowych pobranych z odległości 2-5 m od drogi.

4. Normom konsumpcyjnym nie odpowiadało również 50% bulw ziemniaków ze względu na zawartość Cd i korzeni pietruszki ze względu na zawartość Pb i Cd, pochodzących z odległości 10 m od drogi.

5. Większość przebadanych prób marchwi i selera oraz pozostałych gatunków roślin z odległości 15 m od drogi, spełniało kryteria jakościowe przydatności do spożycia pod względem zawartości Pb i Cd dla ludzi dorosłych.

PIŚMIENNICTWO

- Curyło T., 1997. Zawartość metali ciężkich w warzywach z ogrodów działkowych w Tarnowie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 448 b, 35-42.
- Curzydło J., 1988. Ołów i cynk w roślinach i glebach w sąsiedztwie drogowych szlaków komunikacyjnych. Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozpr. habil., 127.
- Czarnowska K., 1994. Akumulacja niektórych metali ciężkich w glebach uprawnych i w liściach selera w pobliżu dróg wylotowych z Warszawy. Roczn. Glebozn., t. XLV, nr 3/4, 59-75.
- Filipek-Mazur B., Labudda J., Gondek K., 2003. Badania nad skażeniem gleb i roślin metalami ciężkimi wzdłuż drogi nr 4 w granicach powiatu ropczycko-sędziszowskiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 493 (1), 73-81.
- Fotyma M., Mercik S., 1995. Chemia rolna. Wyd. PWN Warszawa.
- Gambuś F., Wieczorek J., 1995. Metale ciężkie w glebach i warzywach z krakowskich ogrodów działkowych. Acta Agr. Silv. Ser. Agr., 33, 45-59.
- Gontarz B., Dmowski Z., 2000. Zawartość metali ciężkich w glebie i warzywach z ogrodów działkowych koło Zakładów Hutniczych „Hutmen” we Wrocławiu. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 471, 913-919.
- Jarosz W., Marchwińska E., 1991. Wpływ emisji z tras komunikacyjnych na skażenie gleb i żywności. Mat. Konf. „Ekosystemy żywicielskie i żywność, zagrożenia i problemy ochrony” Instytut Ochrony Środowiska, Vol. 1, 51-68.
- Kabata-Pendias A., Motowicka-Terelak H., Piotrowska M., Terelak H., Witek T., 1993. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami i siarką. IUNG Puławy, R (53), 1-20.

- Rosada J., Nijak K., 2002. Przydatność konsumpcyjna warzyw uprawianych w rejonie emisji Huty Miedzi „Głogów” w świetle nowej ustawy o dopuszczalnym poziomie metali ciężkich. *Post. Ochr. Roślin*, 42 (2), 716-719.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia, 2001. W sprawie wykazu dopuszczalnych ilości substancji dodatkowych i innych substancji obcych dodawanych do środków spożywczych lub używek, a także zanieczyszczeń, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub używkach. *Dziennik Ustaw* nr 9, poz. 22.
- Strusiński A., Misiakiewicz Z., Czyż E., 1976. Zanieczyszczenie środowiska ołowiem wzdłuż szlaków komunikacyjnych. *Rocz. PZH*, T. XXVII, nr 5, 547-553.
- Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej, 1993. W sprawie wykazu substancji dodatkowych dozwolonych i zanieczyszczeń technicznych w środkach spożywczych i używkach. *Monitor Polski*, nr 22, poz. 233.

CONSUMPTIVE USABILITY OF POTATOES AND VEGETABLES GROWN AT ROADSIDES IN RZESZÓW REGION

Jan Buczek, Renata Tobiasz-Salach, Ewa Szpunar-Krok

Department of Plant Production, University of Rzeszów
ul. Œwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów
e-mail: jbuczek@univ.rzeszow.pl

Abstract. The paper presents the results of research on lead and cadmium contents in potatoes and root vegetables grown in the Rzeszów region near the busy E 4 thoroughfare. Usability of such crops for consumption was determined. The analysis covered potato tubers and eatable parts of root vegetables: carrot, parsley, red beet and celery. Samples of the crops, in their usable maturity phase, for lead and cadmium content testing were taken from direct neighborhoods (2-5 m) and at distances of 10 and 15 m from road edge, in each of 16 check points. A strong relationship was discovered between the average contents of Pb and Cd in tubers of potato and in roots of vegetables and their distance from road. Cases of exceeding the acceptable consumptive standards, including those for lead and cadmium, were recorded especially for potatoes and roots of parsley and red beet sampled at 10-meter distance from road edge. On the other hand, except in single instances, the contents of Pb and Cd in roots of carrot and celery were within the acceptable standards.

Keywords: communication routes, content, lead, cadmium, potatoes, vegetables