

KADM I OŁÓW W JABŁKACH Z SADÓW Z INTEGROWANĄ PRODUKCJĄ

Wiesław Bednarek¹, Przemysław Tkaczyk², Sławomir Dresler¹

¹Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej Uniwersytetu Przyrodniczego
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin,
e-mail: wieslaw.bednarek@up.lublin.pl

²Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Lublinie, ul. Sławinkowska 5, 20-810 Lublin

Streszczenie. W badaniach środowiskowych przeprowadzonych na Lubelszczyźnie w latach 2005-2007, w 79 sadach, w których prowadzona jest integrowana produkcja jabłek, oceniano zawartość kadmu i ołowiu. Metale te zostały oznaczone metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA). Stwierdzono, że zawartość kadmu w jabłkach pochodzących z sadów Lubelszczyzny, wynosiła 0,009-0,025 mg Cd·kg⁻¹ świeżej masy, i w żadnym przypadku nie przekroczyła maksymalnego poziomu zanieczyszczenia tym pierwiastkiem (0,05 mg Cd kg⁻¹ świeżej masy). Zawartość ołowiu w jabłkach zebranych z plantacji Lubelszczyzny z integrowaną produkcją wynosiła od 0,07 do 0,127 mg Pb·kg⁻¹ świeżej masy; w owocach z jednego powiatu (lubelskiego) przekroczyła maksymalny poziom zanieczyszczenia tym pierwiastkiem (0,10 mg Pb·kg⁻¹ świeżej masy). Zawartość średnia kadmu (0,011 mg Cd·kg⁻¹ świeżej masy) i ołowiu (0,086 mg Pb·kg⁻¹ świeżej masy) w jabłkach pochodzących z sadów Lubelszczyzny z integrowaną produkcją wskazuje, że owoce te charakteryzują się wysokimi cechami jakościowymi, i że mogą być bez ograniczeń przeznaczone do konsumpcji.

Słowa kluczowe: zawartość, kadm, ołów, jabłka, sady, integrowana produkcja

WSTĘP

Jabłka są częstym elementem diety człowieka. Spożywane są chętnie i w dużych ilościach ze względu na wysokie walory smakowe, zawartość soli mineralnych czy witamin. Powierzchnia uprawy sadów jabłoniowych w Polsce zajmuje znaczącą pozycję wśród roślin sadowniczych, stwierdzenie to dotyczy również Lubelszczyzny (Dudziak 1996, Lipiński 2000, Kiczorowska i in. 2006, Bednarek i in. 2007). Sady te prowadzone są w różnych systemach; jednym z nich jest forma integrowana. Jest to taki sposób gospodarowania, który powinien łączyć w sobie najważniejsze cechy rolnictwa ekologicznego (nawożenie organiczne,

mechaniczna pielęgnacja, płodozmian, uprawa międzyplonów, troska o żyzność i biologiczną aktywność gleby) i konwencjonalnego (stosowanie nawozów mineralnych w optymalnych dawkach i interwencyjne stosowanie pestycydów). Należy je wprowadzać w całym gospodarstwie jednocześnie; podstawowe jego elementy to: płodozmian, właściwa uprawa gleby, zrównoważone nawożenie organiczno-mineralne i integrowana ochrona roślin. W integrowanej produkcji owoców sadownicy powinni używać nawozów i pestycydów nie szkodzących środowisku naturalnemu, nie gromadzących się w glebie i roślinie, bezpiecznych dla fauny, w tym pszczół; posiadających atest na zawartość metali ciężkich, a owoce z takich sadów powinny być przebadane na zawartość azotanów (V), Cd i Pb oraz pestycydów.

Celem badań było określenie zawartości kadmu i ołowiu w jabłkach (jako ważnego elementu ich jakości) pochodzących z sadów Lubelszczyzny z integrowaną produkcją.

MATERIAŁ I METODY

Przedstawione opracowanie powstało na podstawie wykonanych analiz chemicznych jabłek pochodzących z 79 sadów Lubelszczyzny, w których prowadzona jest integrowana produkcja. Plantacje były położone w dziewiętnastu gminach (Rybczewice, Kąkolewnica, Komarówka Podlaska, Wołyń, Markuszów, Nałęczów, Wisznice, Jabłoń, Józefów nad Wisłą, Łaziska, Chodel, Wilków, Opole Lubelskie, Lublin, Gorzków, Fajstów, Hrubieszów, Janów Podlaski, Biała Podlaska) i w dziewięciu powiatach: bialsko-podlaskim, hrubieszowskim, krasnostawskim, lubelskim (i Lublinie), opolskim, parczewskim, puławskim (i Puławach), radzyńskim i świdnickim. Badania przeprowadzono w latach 2005-2007. Do analiz chemicznych pobierano jabłka z kilku losowo wybranych drzew plantacji, uwzględniając pojemność, wysokość oraz wszystkie strony korony. Wielkość próby ogólnej wynosiła około dwóch kilogramów.

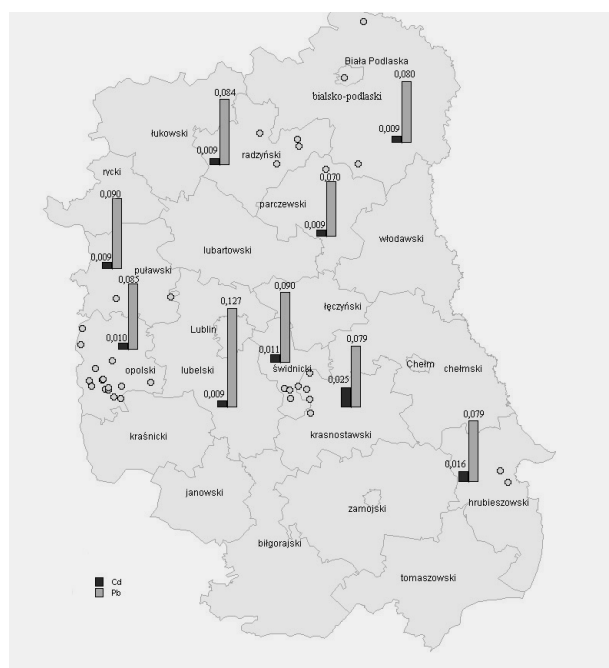
W analizowanym materiale oznaczono zawartość kadmu i ołowiu metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA), z wykorzystaniem kuwety grafitowej, w akredytowanym laboratorium Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie, po uprzedniej mineralizacji na sucho.

Wyniki na rysunkach przedstawiono wykorzystując pakiety komputerowe Statistica 6 oraz MapInfo.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość kadmu i ołowiu w jabłkach pochodzących z sadów województwa lubelskiego z integrowaną produkcją (rys. 1) zależała od lat badań (rys. 2) oraz lokali-

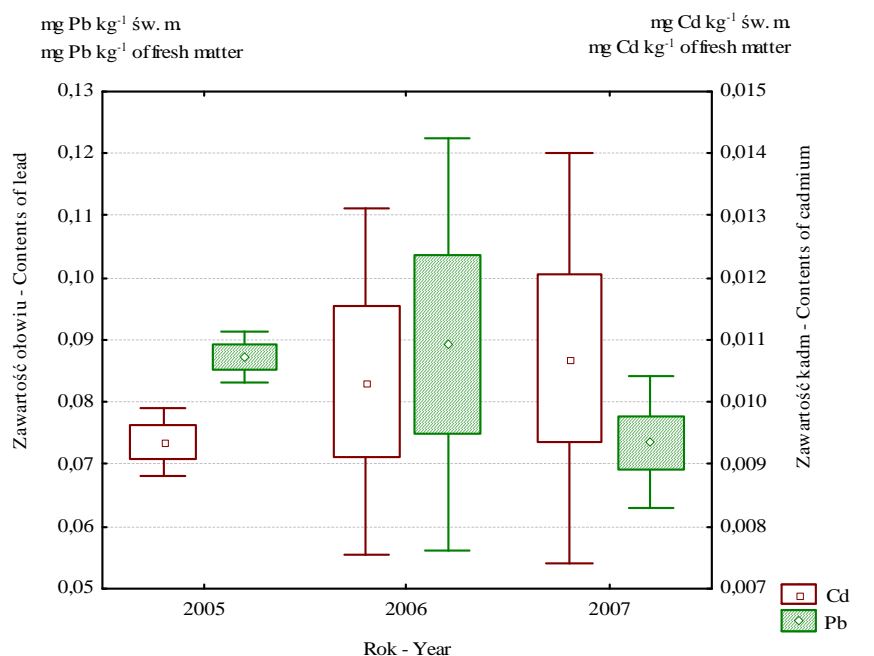
zacji plantacji (rys. 3 i 4). Większą zmienność zawartości w tych owocach, w zależności od usytuowania sadu, wykazywał ołów w porównaniu z kadmem.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów pobrania prób oraz średnia zawartość ołowiu i kadmu w jabłkach uprawianych na Lubelszczyźnie

Fig. 1. Distribution of the sampling points and average contents of lead and cadmium in apples grown in the Lublin region

Zawartość kadmu w jabłkach wahała się w granicach od 0,009 do 0,025 mg Cd·kg⁻¹ s.m., średnio wynosiła – 0,011 mg Cd·kg⁻¹ s.m. (rys. 1-4). W latach badań nieznacznie przekroczyła 0,012 mg Cd·kg⁻¹ s.m. (rys. 2). Była najniższa w owocach pochodzących z powiatu bialsko-podlaskiego, lubelskiego (i miasta Lublin), parczewskiego i puławskiego (oraz Puław) – wynosiła 0,009 mg Cd·kg⁻¹ s.m. Nieco więcej zawierały tego pierwiastka jabłka z plantacji powiatów: radzyńskiego i opolskiego – 0,010 mg Cd·kg⁻¹ s.m. Jeszcze więcej kadmu stwierdzono w owocach z plantacji powiatu świdnickiego (0,011 mg Cd·kg⁻¹ s.m.) i hrubieszowskiego (0,016 mg Cd·kg⁻¹ s.m.), a najwięcej w jabłkach pochodzących z powiatu krasnostawskiego (0,025 mg Cd·kg⁻¹ s.m.) (rys. 4). Należy jednak wyraźnie podkreślić, że w żadnej z analizowanych prób zawartość kadmu nie przekroczyła maksymalnego poziomu zanieczyszczenia tym pierwiastkiem (0,05 mg Cd·kg⁻¹ s.m.).



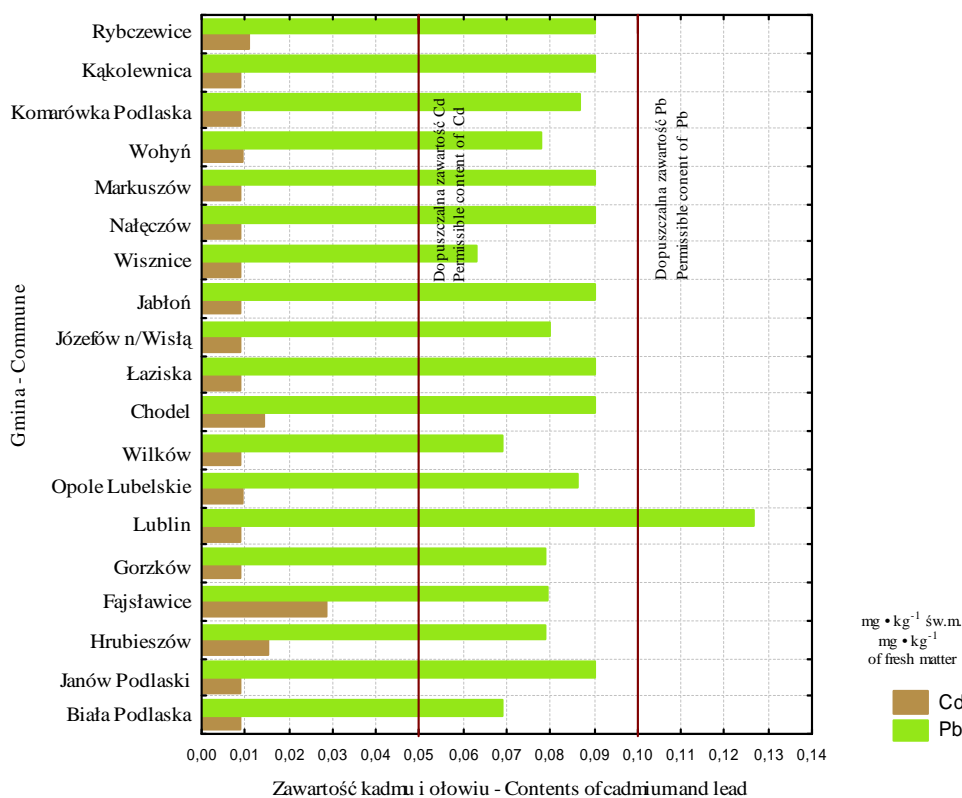
□ średnia – average; \square błąd standardowy – standard error; \perp 0,95 przedz. ufn. – conf. interval

Rys. 2. Zawartość kadmu i ołowiu w jabłkach w różnych latach badań

Fig. 2. Contents of cadmium and lead in apples by the year of the study

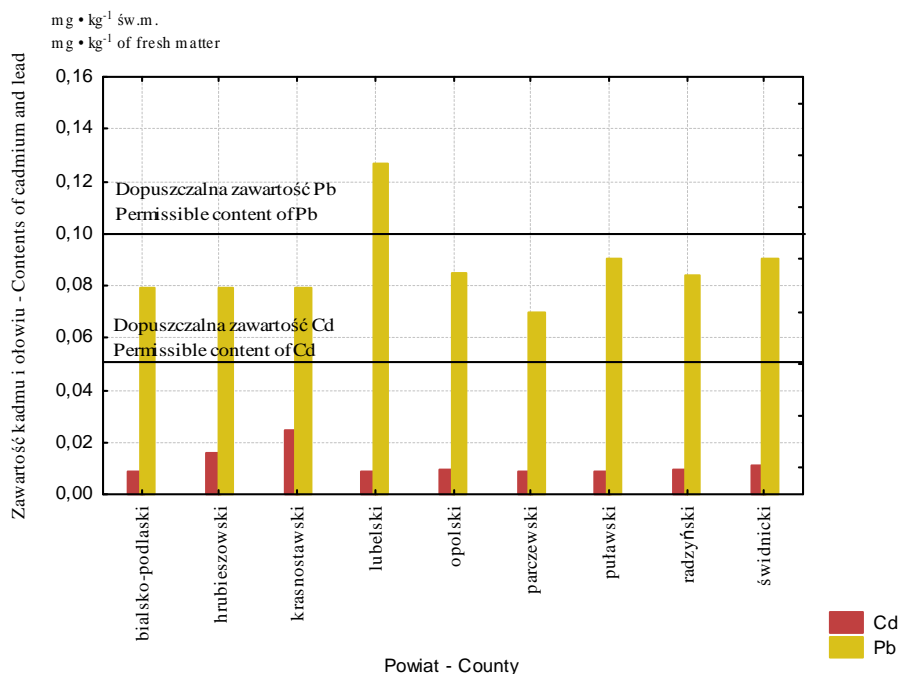
W owocach z powiatu krasnostawskiego, w których stwierdzono największą zawartość Cd, było go dwukrotnie mniej niż dopuszczają normy Ministra Zdrowia (2003). Również bardzo niską zawartość kadmu ($0,007 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ś.m.}$) w jabłkach zebranych w latach 1992-1995 z 99 sadów Lubelszczyzny stwierdził Dudziak (1996); Lipiński (2000), który w latach 1997-1998 przeprowadził badania w województwie lubelskim na 155 próbach tych owoców i odnotował bardzo niską zawartość, m.in. kadmu nie stwierdzając jednocześnie przekroczeń dopuszczalnej normy oraz Bednarek i in. (2007), którzy wykonali podobne badania w latach 2001-2003 w 63 sadach Polski Środkowo-wschodniej i także informują o bardzo niskiej, zawartości tego pierwiastka (średnio $0,004 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ś.m.}$). Podobne stwierdzenia dotyczące niskiej zawartości kadmu w jabłkach zebranych nie tylko z tego regionu można spotkać w opracowaniach Błoniarz i Bulińskiego (1984), Nabrzyskiego i Gajewskiej (1984), Bulińskiego i in. (1986), Jędrzejczak i Szteke (1989) i Kiczorowskiej i in. (2006). Również Nowak i in. (2003), którzy wykonali oznaczenia tego pierwiastka w 345 próbach pochodzących z sadów

województwa dolnośląskiego z różnymi systemami uprawy, stwierdzili niewielką jego zawartość, średnio – 0,004 mg Cd·kg⁻¹ś.m. Zalewski i in. (1994), którzy wykonali podobne badania w jabłkach zebranych z sadów województwa siedleckiego, ale na znacznie mniejszej próbie (n = 9 i 10, w zależności od roku badań), także odnotowali niską zawartość tego pierwiastka, średnio: 0,009 i 0,004 mg Cd·kg⁻¹ś.m. Natomiast w tych owocach zebranych z ogródków przydomowych Górnos Śląskiego Okręgu Przemysłowego oraz Polkowic stwierdzono znacznie większe zawartości tego pierwiastka, przekraczające dopuszczalne normy (Choraży i in.1987, Tyksiński i in. 1995).



Rys. 3. Zawartość kadmu i ołowiu w jabłkach zebranych w niektórych gminach Lubelszczyzny

Fig. 3. Contents of cadmium and lead in apples collected from selected communes in the Lublin region



Rys. 4. Zawartość kadmu i ołowiu w jabłkach zebranych w niektórych powiatach Lubelszczyzny
Fig. 4. Contents of cadmium and lead in apples collected from some counties of the Lublin region

Zawartość ołowiu w jabłkach z sadów Lubelszczyzny, w których prowadzono integrowaną produkcję, mieściła się w zakresie od 0,070 do 0,127 mg Pb·kg⁻¹ ś.m., średnio – 0,086 mg Pb·kg⁻¹ ś.m. (rys. 1- 4). W latach badań (2005-2007) nie przekroczyła 0,090 mg Pb·kg⁻¹ ś.m.; w próbach pochodzących z gminy Lublin była największa i przekroczyła normę MZ, a z gminy Wisznice – najmniejsza (rys. 3). Najmniej tego pierwiastka zawierały owoce z plantacji położonych w powiatach parczewskim (0,070 mg Pb·kg⁻¹ ś.m.), hrubieszowskim (0,079 mg Pb·kg⁻¹ ś.m.), krasnostawskim (0,079 mg Pb·kg⁻¹ ś.m.) i bialsko-podlaskim (0,080 mg Pb kg⁻¹ ś.m.), nieco więcej – w owocach z sadów powiatów radzyńskiego (0,084 mg Pb kg⁻¹ ś.m.), opolskiego (0,085 mg Pb·kg⁻¹ ś.m.), świnińskiego, puławskiego (i Puław) i Lublina – po 0,090 mg Pb·kg⁻¹ ś.m.; najwięcej Pb zawierały jabłka pochodzące z plantacji powiatu lubelskiego – 0,127 mg Pb·kg⁻¹ ś.m. (rys. 4). Próby jabłek zebrane z tego powiatu (lubelskiego) jako jedyne na Lubelszczyźnie przekroczyły dopuszczalny poziom zanieczyszczenia ołowiem (0,10 mg Pb·kg⁻¹ ś.m.) (Rozporządzenie MZ 2003).

W badaniach przeprowadzonych przez Dudziaka (1996) w latach 1992-1995 na Lubelszczyźnie zawartość ołowiu w jabłkach była znacznie niższa od do-

puszczalnej normy ($0,10 \text{ mg Pb}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$) i wynosiła średnio $0,03 \text{ mg Pb}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$. O bardzo niskiej zawartości tego pierwiastka w tych owocach zebranych w województwie lubelskim w latach 1997-1998 oraz o braku przekroczeń dopuszczalnej normy informuje także Lipiński (2000). Również niską zawartość tego pierwiastka w jabłkach ($0,028 \text{ mg Pb}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$) zebranych z sadów tego rejonu stwierdzili Bednarek i in. (2007) oraz Nabrzyski i Gajewska (1984), Buliński i in. (1986), Jędrzejczak i Szteke (1989), Zalewski i in. (1994). Przekroczenie dopuszczalnej normy (niekiedy kilkakrotnie) w tych owocach odnotowali Błoniarz i Buliński (1984), którzy badania prowadzili w rejonie huty i elektrowni Stalowa Wola, Chorąży i in. (1987), którzy eksperyment zlokalizowali w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym, Kiczorowska i in. (2006), którzy oceniali zawartość ołowiu w jabłkach odmiany Szampion pochodzących z sadów miejskich i podmiejskich województwa lubelskiego i najbardziej skażone owoce tym pierwiastkiem stwierdzili w sadach Łęcznej, Woli Sernickiej i Stryjna. Autorzy ci zauważyli jednocześnie, że mycie skórki przed wykonaniem analizy chemicznej w istotny sposób obniżało zawartość Pb we wszystkich badanych próbach. Podobne wyniki uzyskali także Tyksiński i in. (1995), którzy oceniali owoce zebrane z ogródków działkowych Polkowic i Hołubowicz (1999), który badał jabłka odmiany Delikates w rejonie emisji Huty Miedzi Głogów.

Stosunkowo niewielka zawartość kadmu i ołowiu w jabłkach pochodzących z sadów Lubelszczyzny z integrowaną produkcją mogła być spowodowana następującymi przyczynami: właściwościami fizykochemicznymi i chemicznymi gleby, w tym zawartością Cd i Pb na poziomie tła geochemicznego, o czym świadczą badania przeprowadzone w latach 2001-2003 (Bednarek i in. 2007), zrównoważonym nawożeniem roślin sadowniczych zapewniającym otrzymanie optymalnego plonu o odpowiedniej jakości, wykonanymi zbiegami ochrony roślin przeprowadzonymi zgodnie z zasadami integrowanej produkcji, właściwym usytuowaniem sadów, to znaczy, położeniem w odpowiedniej odległości od dużych aglomeracji miejskich, a także dróg o dużym natężeniu ruchu.

WNIOSKI

1. Zawartość kadmu w jabłkach pochodzących z sadów Lubelszczyzny, w których prowadzona była integrowana produkcja, wynosiła od $0,009$ do $0,025 \text{ mg Cd kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ i w żadnym przypadku nie przekroczyła maksymalnego poziomu zanieczyszczenia tym pierwiastkiem ($0,05 \text{ mg Cd}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$).

2. Zawartość ołowiu w jabłkach zebranych z plantacji Lubelszczyzny z integrowaną produkcją wynosiła od $0,070$ do $0,127 \text{ mg Pb}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$; w owocach z jednego powiatu (lubelskiego) przekroczyła dopuszczalny poziom zanieczyszczenia tym pierwiastkiem ($0,10 \text{ mg Pb}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$).

3. Zawartość średnia kadmu ($0,011 \text{ mg Cd kg}^{-1} \text{ ś.m.}$) i ołowiu ($0,086 \text{ mg Pb kg}^{-1} \text{ ś.m.}$) w jabłkach pochodzących z sadów Lubelszczyzny z integrowaną produkcją, która zależała od lat badań i lokalizacji plantacji, wskazuje, że owoce te pod tym względem charakteryzowały się wysokimi cechami jakościowymi, i że mogły być bez ograniczeń przeznaczone do konsumpcji.

PIŚMIENNICTWO

- Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S., 2007. Contents of heavy metals as a criterion for apple quality assessment and soil properties. *Pol. J. of Soil Sci.*, XL/1, 47-56.
- Błoniarz J., Buliński R., 1984. Wpływ emisji w rejonie huty i elektrowni Stalowa Wola na zawartość niektórych pierwiastków śladowych w wybranych warzywach i owocach. Cz. II. Zawartość ołowiu, kadmu, cynku, miedzi, niklu i żelaza w owocach. *Rocz. PZH*, XXXV, 2, 119-124.
- Buliński R., Kot A., Błoniarz J., Koktyś N., 1986. Badania zawartości niektórych pierwiastków śladowych w produktach spożywczych krajowego pochodzenia. *Bromat. Chem. Toksykol.* XIX, 1, 21-26.
- Choraży W., Śmigiel D., Bliwert K., Podsiadło R., Filip J., 1987. Zawartość niektórych metali ciężkich (Pb, Cd) w wybranych warzywach i owocach pochodzących z różnych terenów Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP-U). *Rocz. PZH*, XXXVIII, 6, 485-490.
- Dudziak S., 1996. Badania zawartości metali ciężkich w płodach rolnych regionu lubelskiego. *Lublin, OSCHR*, 1-19.
- Hołubowicz T., 1999. Effect of the Głogów copper smelter emission on the heavy metal content in soil and apple and black currant fruits, *Rocz. AR Pozn. CCCX*, 20, cz. I, 29-37.
- Jędrzejczak R., Szteke B., 1989. Zawartość kadmu i ołowiu w owocach jagodowych i ziarnkowych. *Rocz. PZH*, XL, 4-6, 274-278.
- Kiczorowska B., Kiczorowski P., Bochniarz A., 2006. Kumulacja metali ciężkich w jabłkach odmiany Szampion pozyskanych z sadów zlokalizowanych na terenach miejskich i podmiejskich województwa lubelskiego. *Acta Agrophysica*, 8(3), 619-628.
- Lipiński W., 2000. Ocena zanieczyszczenia roślin uprawnych pierwiastkami śladowymi – As, Hg, Cd, Pb. *Biul. Magnezol.* 5(1), 44-50.
- Nabrzyski M., Gajewska R., 1984. Badanie zawartości rtęci, kadmu i ołowiu w żywności. *Rocz. PZH*, XXXV, 1, 1-11.
- Nowak L., Kucharzewski A., Dmowski Z., Szymańska-Pulikowska A., 2003. Zawartość metali ciężkich w owocach w województwie Dolnośląskim. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 492, 257-262
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. [Dz.U. 37.326] w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności.
- Tyksiński W., Mocek A., Owczarzak W., Roszyk J., 1995. Metale ciężkie w warzywach i owocach z ogródków działkowych w Polkowicach. *Zesz. Pobl. Post. Nauk Roln.*, 418, cz. I, 305-312.
- Zalewski W., Oprządek K., Syrocka K., Lipińska K., Jaroszyńska J., 1994. Zawartość pierwiastków szkodliwych dla zdrowia w owocach i warzywach uprawianych w województwie Siedleckim. *Rocz. PZH*, XLV, 1-2, 19-26.

CADMIUM AND LEAD IN APPLES FROM ORCHARDS
WITH INTEGRATED PRODUCTION

Wiesław Bednarek¹, Przemysław Tkaczyk², Sławomir Dresler¹

¹Department of Agricultural and Environmental Chemistry, University of Life Sciences
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: wieslaw.bednarek@up.lublin.pl

²Regional Agrochemical Station in Lublin, ul. Sławinkowska 5, 20-810 Lublin

Abstract. In a field study carried out in the Lublin region w 2005-2007, in 79 orchards with integrated apple production, contents of cadmium and lead were assessed. These metals were determined with the atomic absorption spectrophotometric (AAS) method. We found that the contents of cadmium and lead in apples from orchards in the Lublin region was 0.009-0.025 mg Cd kg⁻¹ of fresh matter and it never exceeded the maximum level of contamination with this element (0.05 mg Cd kg⁻¹ of fresh matter). Lead contents in apples from orchards of the Lublin region with integrated production was from 0.070 to 0.127 mg Pb kg⁻¹ of fresh matter; in fruit from one county (Lublin) it exceeded the maximum contamination level with this element (0.10 mg Pb kg⁻¹ of fresh matter). Average cadmium contents (0.011 mg Cd kg⁻¹ of fresh matter) and lead (0.086 mg Pb kg⁻¹ of fresh matter) in apples from orchards in the Lublin region with integrated production indicates that this is high quality fruit ready for consumption.

Keywords: contents, cadmium, lead, apple, orchard, integrated production