

**KUMULACJA METALI CIĘŻKICH W JABŁKACH ODMIANY SZAMPION  
POZYSKANYCH Z SADÓW ZLOKALIZOWANYCH NA TERENACH  
MIEJSKICH I PODMIEJSKICH WOJEWÓDZTWA LUBELSKIEGO**

*Bożena Kiczorowska<sup>1</sup>, Piotr Kiczorowski<sup>2</sup>, Agnieszka Bochniarz<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Institut Żywnienia Zwierząt, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 13, 20-934 Lublin  
e-mail: bkichorowska@o2.pl

<sup>2</sup>Katedra Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego, Akademia Rolnicza  
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie zawartości ołowiu i kadmu w mięszu oraz skórce (pobranej z owoców mytych i niemytych) jabłek odmiany Szampion. Badaniami objęto owoce zebrane w wybranych sadach położonych na terenie województwa lubelskiego w miejscowościach: Góry Markuszowskie, Lublin, Łęczna, Puławy, Stryjno i Wola Sernicka. Najniższy poziom ołowiu notowano w mięszu jabłek – średnio  $0,285 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy. W skórkach mytych oznaczono zawartość Pb w granicach  $0,285 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy. W niemytych skórkach jabłek stwierdzono wyższe stężenia Pb, nawet o 22, 29 i 38% w porównaniu do skórek jabłek mytych (odpowiednio w próbach pochodzących z Lublina, Stryjna i Gór Markuszowskich). Najniższy poziom Cd oznaczono w mięszu jabłek – od 0,012 do  $0,020 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy. Wyższą kumulację Cd obserwowano w skórkach – średnio  $0,028 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy. Największe skażenie kadmem obserwowano w jabłkach wyprodukowanych w sadach położonych w Górach Markuszowskich i Stryjnie, a ołowiem – w Łęcznej, Woli Sernickiej i Stryjnie.

**Słowa kluczowe:** ołów, kadm, jabłka, Szampion

**WSTĘP**

Zanieczyszczenie środowiska jest jednym z najgroźniejszych skutków ubocznych przemysłowej działalności człowieka. Dotyczy to zarówno ingerencji chemicznej w postaci nawozów sztucznych i pestycydów, jak też emisji gazów, pyłów, czy nawet substancji radioaktywnych, związanej z rozwojem przemysłu i motoryzacji. Wśród tych szkodliwych substancji znajdują się również metale ciężkie, takie jak ołów i kadm. Charakteryzują się one szczególną zdolnością akumulacji w organizmach roślin, zwierząt i ludzi, stwarzając niebezpieczeństwo zdrowotne i żywieniowe dla wielu pokoleń [7,14].

Szczególnie niebezpieczne dla zdrowia ludzi jest obecność ołowiu i kadmu w warzywach i owocach, które ze względu na swój skład chemiczny i właściwości odżywcze zaliczane są do najbardziej pożądaných i zalecanych składników diety. W Polsce największą popularnością wśród owoców cieszą się jabłka produkcji krajowej. Jedną z chętniej wybieranych odmian jest Szampion.

Dlatego za cel pracy postawiono sobie określenie zawartości ołowiu i kadmu w miększu i skórcie, pobranej z mytych i niemytych, jabłek odmiany Szampion wyprodukowanych w sadach położonych na terenach miejskich i podmiejskich województwa lubelskiego.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań zebrano jesienią 2003 r. w terminie fizjologicznej dojrzałości owoców. Jabłka bezpośrednio po zbiorze, segregowano, część partii myto, a następnie pobierano skórkę mytą, niemytą i miąksz. Przy pobieraniu próbek szczególną uwagę zwracano na zachowanie naturalnych zanieczyszczeń i osadów znajdujących się na owocach. Próby podsuszano i spalano w temp. 600<sup>0</sup>C, a następnie rozpuszczano w spektralnie czystym HCL. W tak przygotowanych roztworach i ich rozcieńczeniach oznaczono zawartość kadmu i ołowiu za pomocą metody bezpłomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej. Pomiarы wykonano na aparacie Spectr AA 880 firmy Varian z atomizacją w piecu grafitowym i korekcją tła Zeemana, przy długości fali 309,3 nm, natężeniu prądu lampy 10 mA oraz szczeliny 0,5 nm, stosując gaz obojętny - argon (przepływ 3 l·min<sup>-1</sup>) oraz pirolitycznie powlekane kuwety grafitowe.

Jabłka do analiz pochodziły z sześciu sadów położonych na terenie województwa lubelskiego, w następujących miejscowościach: Łęczna, Wola Sernicka, Lublin, Puławy, Góry Markuszowskie i Stryjno.

Materiał doświadczalny pochodzący z Łęcznej pobrano z sadu znajdującego się na terenie podmiejskim. W odległości około 300 m znajduje się trasa komunikacyjna prowadząca do Chełma, Włodawy i najbliższego przejścia granicznego w Sławatyczach. Około 10 km na wschód znajduje się Kopalnia Węgla Kamiennego „Bogdanka” S.A. w Bogdance i składowisko skały płonnej.

Sad zlokalizowany w Woli Sernickiej, położony jest na wschód od Lubartowa, w odległości około 5 km od miasta. Decydujący wpływ na zanieczyszczenie powietrza tego regionu ma emisja pyłów i gazów z Zakładu Energetyki Ciepłej "Prefabet", środków komunikacji samochodowej - droga krajowa nr 19 Białystok - Lublin - Rzeszów oraz emisja spalin z palenisk indywidualnych.

Kolejnym miejscem pobrania materiału badawczego był sad Akademii Rolniczej znajdujący się na terenie lubelskiej dzielnicy Felin. Sad znajduje się w około 0,5 km odległości od Zakładów Metalurgicznych Ursus, ciepłowni oraz Zakładów

Chemicznych Permedia S.A. produkujących m.in. związki kadmu: siarczki kadmu, tlenek kadmu oraz węglan kadmu. Teren, na którym znajduje się sad obciążony jest również napływem zanieczyszczeń z całej aglomeracji lubelskiej i trasy komunikacyjnej Lublin – Zamość, Chełm prowadzącej dalej do przejścia granicznego w Hrebennem i Dorohusku.

Sad w Puławach znajduje się w obrębie miasta. W odległości 4-5 km od sadu znajdują się Zakłady Azotowe „Puławy” S.A. Przedsiębiorstwo to obciąża środowisko m.in. amoniakiem oraz tlenkami:  $\text{SO}_2$  i  $\text{SO}_3$ .

Sad w Górach Markuszowskich leży w powiecie puławskim, około 2 km na południe od głównej trasy komunikacyjnej Lublin – Puławy. W Gminie Markuszów nie ma większych zakładów przemysłowych.

Stryjno położone jest na terenie Gminy Rybczewice, w powiecie świdnickim. Gmina Rybczewice jest gminą typowo rolniczą, bez emitujących zanieczyszczenia, zakładów przemysłowych. Znajduje się ona na terenie Krzczonowskiego Parku Krajobrazowego. Stryjno znajduje się w odległości 6-8 km od Piask.

#### WYNIKI

Najniższą koncentrację ołowiu w badanych częściach jabłek obserwowano w ich miąższu (tab. 1). Istotnie najwyższą kumulację tego metalu ciężkiego oznaczono w miąższu jabłek wyprodukowanych w sadach położonych w Stryjni i Puławach (odpowiednio 0,338 i 0,300  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy). Natomiast istotnie najniższą zawartość ołowiu oznaczono w miąższu jabłek pochodzących z sadów zlokalizowanych w Łęcznej, Górach Markuszowskich i Lublinie. Średnia zawartość ołowiu w tym materiale była o około 23% niższa od najwyższych notowanych zawartości tego pierwiastka w miąższu badanych owoców.

W większości przypadków obserwowano wyższą kumulację ołowiu w skórkach jabłek niż w ich miąższu. Największe różnice w zawartości tego metalu ciężkiego w miąższu i skórce stwierdzono w jabłkach wyprodukowanych w sadzie w Łęcznej, gdzie kumulacja ołowiu w skórkach była niemal 3-krotnie wyższa niż w miąższu.

Istotnie najwyższą ilość tego metalu ciężkiego wśród niemytych skórek notowano w jabłkach pozyskanych z sadu w Łęcznej. Istotnie mniej ołowiu oznaczono w niemytych skórkach owoców wyprodukowanych w sadach Woli Sernickiej, Gór Markuszowskich i Stryjna – granicach 0,457 do 0,504  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy. Natomiast najniższe istotnie zawartości ołowiu oznaczono w niemytych skórkach jabłek zebranych w sadach największych miast – Puław i Lublina (odpowiednio 0,339 i 0,356  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy).

**Tabela 1.** Zawartość ołowiu w miąższu i skórce jabłek odmiany Szampion ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy)  
**Table 1.** Content of lead in the flesh and skin of apples variety Szampion ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  fresh matter)

| Miejscowość<br>Locality | Miąższ – Flesh      | Skórka – Skin       |                      |
|-------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|                         |                     | Niemyta<br>Unwashed | Myta<br>Washed       |
| Łęczna                  | 0,249 <sup>c</sup>  | 0,633 <sup>aA</sup> | 0,584 <sup>aB</sup>  |
|                         | $\pm 0,010$         | $\pm 0,019$         | $\pm 0,041$          |
| Wola Sernicka           | 0,295 <sup>b</sup>  | 0,501 <sup>bA</sup> | 0,427 <sup>bB</sup>  |
|                         | $\pm 0,011$         | $\pm 0,002$         | $\pm 0,012$          |
| Góry Markuszowskie      | 0,271 <sup>bc</sup> | 0,457 <sup>bA</sup> | 0,331 <sup>bcB</sup> |
|                         | $\pm 0,017$         | $\pm 0,031$         | $\pm 0,012$          |
| Stryjno                 | 0,338 <sup>a</sup>  | 0,504 <sup>bA</sup> | 0,389 <sup>bcB</sup> |
|                         | $\pm 0,008$         | $\pm 0,010$         | $\pm 0,010$          |
| Lublin                  | 0,262 <sup>bc</sup> | 0,356 <sup>cA</sup> | 0,292 <sup>cB</sup>  |
|                         | $\pm 0,036$         | $\pm 0,011$         | $\pm 0,010$          |
| Puławy                  | 0,300 <sup>ab</sup> | 0,339 <sup>cA</sup> | 0,284 <sup>cdB</sup> |
|                         | $\pm 0,022$         | $\pm 0,015$         | $\pm 0,130$          |

A,B,C,a,b,c,... – różnią się istotnie ( $p \leq 0,01$ ) – statistically significantly different ( $p \leq 0,01$ ),

A,B,C,... – różnice statystyczne między skórka mytą a niemytą – significant differences between washed and unwashed skin of apples,

a,b,c,... – różnice statystyczne między jabłkami wyprodukowanymi w różnych sadach – significant differences between apples produced in different orchards.

Podobną zmienność wyników obserwowano w oznaczonych ilościach ołowiu w mytych skórkach jabłek. Również w tym przypadku oznaczona zawartość ołowiu w mytych skórkach jabłek wyprodukowanych w sadzie położonym w Łęcznej ( $0,584\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy) była istotnie najwyższa wśród badanych mytych skórek jabłek. Istotnie mniej ołowiu notowano natomiast w mytych skórkach jabłek z sadów w Woli Sernickiej, Stryjnie i Górach Markuszowskich (o odpowiednio o 27%, 33% i 42% w porównaniu do ilości Pb oznaczonego w podobnym materiale pochodzącym z Łęcznej). Najniższe istotnie ilości ołowiu notowano w mytych skórkach jabłek zebranych w sadach Lublina i Puław (odpowiednio  $0,292$  i  $0,284\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy).

We wszystkich wariantach obserwowano istotnie większą kumulację ołowiu w skórkach niemytych owoców w porównaniu do mytych. Największe różnice w ilości ołowiu stwierdzono w skórkach jabłek zebranych w sadach położonych w Górach Markuszowskich i Stryjnie (o odpowiednio 23 i 27%).

Mniejsze zróżnicowanie wyników obserwowano w zawartości kadmu w badanym materiale (tab. 2). Również tutaj, podobnie jak w przypadku kumulacji

ołowiu, notowano niższe stężenia tego metalu w miąższu badanych jabłek niż w ich skórkach. Najwyższe istotne stężenia kadmu oznaczono w miąższu jabłek wyprodukowanych w sadach położonych w Górach Markuszowskich i Stryjnie (0,020 i 0,019  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy), a istotnie najniższe w sadzie w Lublinie (0,012  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy). W miąższu jabłek pochodzących z pozostałych sadów obserwowano zawartość kadmu na tym samym poziomie – 0,017  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy.

Wśród niemytych skórek analizowanych jabłek istotnie najwyższą ilość kadmu oznaczono w owocach pochodzących z sadów w Górach Markuszowskich, Stryjnie i Lublinie (średnio 0,030  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy). W pozostałych badanych skórkach niemytych jabłek stwierdzono o średnio 23% mniej kadmu.

**Tabela 2.** Zawartość kadmu w miąższu i skórce jabłek odmiany Szampion ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy)  
**Table 2.** Content of cadmium in the flesh and skin of apples variety Szampion ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  fresh matter)

| Miejscowość<br>Locality | Miąższ – Flesh      | Skórka – Skin         |                       |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|                         |                     | Niemyta<br>Unwashed   | Myta<br>Washed        |
| Łęczna                  | 0,017 <sup>ab</sup> | 0,024 <sup>b NS</sup> | 0,021 <sup>b NS</sup> |
|                         | ±0,005              | ±0,001                | ±0,002                |
| Wola Sernicka           | 0,017 <sup>ab</sup> | 0,023 <sup>b NS</sup> | 0,026 <sup>b NS</sup> |
|                         | ±0,001              | ±0,003                | ±0,001                |
| Góry Markuszowskie      | 0,020 <sup>a</sup>  | 0,031 <sup>a NS</sup> | 0,031 <sup>a NS</sup> |
|                         | ±0,001              | ±0,003                | ±0,001                |
| Stryjno                 | 0,019 <sup>a</sup>  | 0,029 <sup>a NS</sup> | 0,032 <sup>a NS</sup> |
|                         | ±0,001              | ±0,001                | ±0,024                |
| Lublin                  | 0,012 <sup>b</sup>  | 0,029 <sup>a NS</sup> | 0,021 <sup>b NS</sup> |
|                         | ±0,002              | ±0,001                | ±0,002                |
| Puławy                  | 0,017 <sup>ab</sup> | 0,023 <sup>b NS</sup> | 0,024 <sup>b NS</sup> |
|                         | ±0,001              | ±0,001                | ±0,003                |

A,B,C,a,b,c,... – różnią się istotnie ( $p \leq 0,01$ ) – statistically significantly different ( $p \leq 0,01$ ),

NS – różnią się nieistotnie ( $p \leq 0,01$ ) – significant not statistically ( $p \leq 0,01$ ),

A,B,C,NS,... – różnice statystyczne między skórka mytą a niemytą – significant differences between washed and unwashed skin of apples,

a,b,c,... – różnice statystyczne między jabłkami wyprodukowanymi w różnych sadach – significant differences between apples produced in different orchards.

Podobną zależność obserwowano w przypadku mytych skórek. Najwyższą istotnie zawartość kadmu notowano w owocach zebranych w sadach Gór Markuszowskich i Stryjna – średnio 0,031  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy. Natomiast najniższą kumula-

cją tego metalu ciężkiego charakteryzowały się niemyte skórki jabłek zebranych w sadach położonych w Łęcznej i Lublinie –  $0,021 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy.

W niemal całym materiale badawczym obserwowano tendencję mniejszej kumulacji kadmu w skórce mytej w porównaniu do niemytej. Jednak zaobserwowane różnice nie były statystycznie istotne.

## DYSKUSJA

Jabłka są owocami szeroko wykorzystywanymi w żywieniu. Zawarte w nich związki chemiczne pozwalają przeciwdziałać wielu chorobom cywilizacyjnym, jak: otyłości, nowotworom, czy też chorobom układu krążenia i pokarmowego [1,2]. Jednak, zwłaszcza owoce produkowane w rejonach zurbanizowanych, mogą zawierać również wiele substancji szkodliwych pochodzących z różnych dziedzin działalności człowieka: jak przemysł, transport samochodowy, a także rolnictwo. Zjawisko to niestety nie jest obojętne dla zdrowia konsumenta. Wśród tych związków chemicznych znajdują się również metale ciężkie, jak ołów i kadm. Szczególnie niebezpieczna jest zdolność ich do kumulowania się w organizmie człowieka. Ołów może być przyczyną m.in. uszkodzeń w obrębie układu nerwowego, krwiotwórczego, czy pokarmowego. Kadm natomiast jest uznawany za czynnik kancerogeny i mutageny. Indukuje on raka prostaty, jąder oraz nowotwory układu krwiotwórczego i płuc [3,6,12,15].

Wśród badanych owoców najwyższe oznaczone stężenia dotyczyły ołowiu. We wszystkich badanych częściach jabłek kumulacja tego metalu przekraczała, nawet czasami kilkakrotnie, dopuszczalną zawartość, określoną dla owoców ziarnkowych na poziomie  $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy [4]. Obserwowano jednak różną kumulację tego pierwiastków w różnych częściach jabłek. Najniższe stężenia ołowiu notowano w miąższu owoców, a najwyższe w skórce. Tak wysoka zawartość ołowiu może być spowodowana budową skórki. U jabłek odmiany Szampion jest ona lekko szorstka, co może sprzyjać osadzeniu się na niej zanieczyszczeń. Ponadto nie posiada naturalnej ochrony, jaką jest nalot woskowy. Umożliwia to przenikanie i migrację w głąb szkodliwych pierwiastków takich jak metale ciężkie [12].

Dużą zdolność gromadzenia się zanieczyszczeń na skórce obserwowano w badaniach własnych analizując skórki jabłek bezpośrednio zebranych z drzew i po uprzednim umyciu. Mycie owoców pod bieżącą wodą usuwało nawet do 30% osadzonego na powierzchni ołowiu. Zjawisko to opisują również inni badacze [5,10,14].

Najwyższe stężenia ołowiu w skórce badanych jabłek obserwowano w owocach wyprodukowanych w sadzie położonym w Łęcznej. Dopuszczalna zawartość tego metalu ciężkiego została przekroczona prawie 6-krotnie. Mogło to być spowodowane bliskością Kopalni Węgla Kamiennego „Bogdanka” i trasy komunika-

cyjnej prowadzącej m.in. do Chełma, Włodawy i najbliższego przejścia granicznego w Sławatyczach.

Niewiele niższe stężenia ołowiu obserwowano w skórkach jabłek zebranych w sadach położonych na terenach bez bliskiego sąsiedztwa zakładów przemysłowych (Góry Markuszowskie, i Stryjno). Prawdopodobnie tak wysoka kumulacja ołowiu, oznaczona w owocach zbieranych w porze jesiennej, wynika ze zwiększonej emisji palenisk indywidualnych, które o tej porze rozpoczynają intensywniej swoją działalność.

Interesujące natomiast otrzymano wyniki dotyczące kumulacji ołowiu w jabłkach produkowanych w dużych aglomeracjach miejskich – Lublinie i Puławach. Mimo, że w owocach tych notowano 3-krotne przekroczenie norm tego pierwiastka, to jednak były to jabłka o najniższym skażeniu ołowiem wśród wszystkich badanych.

Mniejsze skażenie jabłek notowano w przypadku kadmu. Z badanych części owoców jedynie w skórkach obserwowano nieznaczne przekroczenie dopuszczalnych stężeń, wynoszących –  $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy [4]. Kadm w stosunku do ołowiu posiada znaczną zdolność penetracji w głąb rośliny [12], dlatego między skórką mytą i niemytą oznaczono jedynie minimalne różnice w zawartości tego pierwiastka.

Największą kumulację kadmu notowano w skórkach jabłek zebranych w sadach zlokalizowanych w Stryjnie i Górach Markuszowskich. Jest to ciekawe zjawisko, ponieważ sady te położone są w najmniej skażonym regionie. Owoce z nich pozyskane odznaczały się również najwyższą koncentracją składników pokarmowych [9]. Być może duża zdolność pobierania składników odżywczych przez jabłonie, spowodowała także większe pobranie kadmu ze środowiska. Obecny w glebie czy powietrzu łatwo trafia do rośliny przez system korzeniowy, czy liście [7,8].

Tak wysokie stężenia ołowiu i kadmu, jakie oznaczono w badanych owocach są wielce niepokojące. Jedną z przyczyn, która mogła mieć na nie wpływ, jest wysoki opad pyłów przemysłowych i komunikacyjnych. Badania prowadzone przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska Lubelskiego Urzędu Wojewódzkiego (WIOŚ LUW) wykazały występowanie ponadnormatywnych stężeń pyłu zawieszonego w powietrzu w rejonach Lublina i Puław w odniesieniu do dopuszczalnego stężenia średniorocznego, wynoszącego  $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Na tym obszarze notowano również przekroczenie poziomu dopuszczalnego stężeń 24-godzinnych ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pyłów powiększonego o margines tolerancji bądź dopuszczalnej częstości przekroczeń [11]. Pyły zawieszone w powietrzu łatwo mogą migrować na dość duże nawet odległości. Przeszkodą w tym są jedynie opady atmosferyczne. Według pomiarów Stacji Meteorologicznej Akademii Rolniczej w Lublinie suma opadów w miesiącach poprzedzających zbór jabłek była 2-3-krotnie niższa od średniej wieloletniej.

Ponadto wczesna jesień 2003 r. była dość chłodna, co związane było ze zwiększoną emisją spalin z palenisk indywidualnych, zwłaszcza w rejonach mniej uprzemysłowionych, a charakteryzujących się skoncentrowanym budownictwem jednorodzinnych. Badania WIOŚ LUW potwierdzają dużą zmienność stężeń pyłów w ciągu roku. Jego stężenia w sezonie chłodnym są kilkakrotnie wyższe niż w sezonie ciepłym [11].

Wśród badań prowadzonych przez WIOŚ LUW znalazły się również oznaczenia średnich stężeń rocznych dla ołowiu i kadmu w powietrzu, które wg. raportu o stanie środowiska nie były przekroczone. Jednak stanowiska pomiarowe zostały zlokalizowane na wschodzie województwa (Biała Podlaska, Dorohusk, Zamość), co nie daje pełnego obrazu stężenia tych metali w powietrzu na terenie całego województwa [11].

Wyniki badań własnych są na tyle niepokojące, że należy je powtórzyć w następnych sezonach produkcyjnych. Pozwoli to na pełne zebranie informacji dotyczącej możliwości kumulacji metali ciężkich w jabłkach produkowanych na rynek lubelski. Z drugiej jednak strony przedstawione wyniki badań wyraźnie wskazują na niebezpieczeństwo skażenia owoców produkowanych nawet w regionach słabo uprzemysłowionych. W dobie dużej emisji gazów, pyłów i substancji toksycznych przez zakłady przemysłowe, czy motoryzację, istnieje duże niebezpieczeństwo przenoszenia się ich nawet na duże odległości i zanieczyszczenia terenów uważanych za ekologicznie czyste.

#### WNIOSKI

1. We wszystkich badanych częściach jabłek: miąższu i skórce odmiany Szampion oznaczono wyższe w porównaniu do norm stężenia ołowiu.
2. Koncentracja kadmu w miąższu badanych odmian jabłek kształtowała się w większości przypadków na podobnym poziomie i nie przekraczała dopuszczalnego stężenia dla owoców ziarnkowych.
3. Zawartość kadmu w skórkach badanych jabłek była wyższa od dopuszczalnych stężeń.
4. Mycie skórki przed analizami w istotny sposób obniżyło oznaczone zawartości ołowiu we wszystkich badanych próbach. Najbardziej skażone jabłka, pod względem zawartości ołowiu pochodziły z sadów w Łęcznej, Woli Sernickiej oraz Stryjna.
5. Nie obserwowano istotnego wpływu mycia skórki na zawartość kadmu. Najwięcej kadmu oznaczono w jabłkach pozyskanych z sadów położonych w Stryjnie i Górach Markuszowskich.



## PIŚMIENICTWO

1. **Aprikian O., Levrat-Verny M.A., Besson C., i Busserolles J., Rèmèsy C., Demingè C.:** Apple favourably affects parameters of cholesterol metabolism and of anti-oxidative protection in cholesterol-fed rats. *Food Chem.*, 59, 445-452, 2001.
2. **Block G., Patterson B., Subar A.:** Fruit, vegetables and cancer prevention, epidemiological evidence". *Nutr. Cancer*, 48, 1-29, 1992.
3. **Dietrich K.N.; Succop P.A.; Berger, O., Hammond P.B., Bornschein R.L.:** Lead exposure and the cognitive development of urban preschool children: the Cincinnati Lead Study cohort at age 4 years. *Neurotoxicol. Teratol.*, 27, 203-211, 1991.
4. Dz. U. nr. 37, poz. 36, Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 13 stycznia 2003 r.
5. **Hołubowicz T.:** Wpływ mycia owoców pod bieżącą wodą na zawartość metali ciężkich. *Rocz. AR Pozn. Ogród.*, 27(304), 37-37, 1998.
6. **Hough R.L., Breward N., Young S.D., Crout N.M.J., Tye A.M., Moir A.M., Thornton I.:** Assessing potential risk of heavy metal exposure from consumption of home-produced vegetables by urban populations. *Environmental-Health-Perspectives*, 112, 2, 215-221, 2004.
7. **Kabata - Penidias A., Penidias H.:** Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 189-205; 206-222, 1993.
8. **Kośla, T.:** Biologiczne i chemiczne zanieczyszczenia produktów rolniczych. Wyd. SGGW, Warszawa, 76-91, 1999.
9. **Kiczorowska B., Kiczorowski P.:** Comparison of some chemical components in apples Szampion variety produced in Lublin province. *Acta Sci. Pol., Technolo. Aliment.*, 4(2), 37-45, 2005.
10. **Nabrzyski M., Gajewska R.:** Zawartość rtęci, kadmu i ołowiu w owocach, warzywach oraz w glebie. *Rocz. PZH, T. XXXIII*, 3, 121-129, 1998.
11. Raport o stanie środowiska województwa lubelskiego w 2003 r., Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin, 62-67, 2004.
12. **Rejman A.:** Pomologia odmianowstwo roślin sadowniczych. PWRiL, Warszawa, 21-22; 38-45, 1994.
13. **Sidhu P. K., Dhand N.K., Bal M.S.:** Impact of metallic envireonmtal pollution on human and livestock health. *Livestock-International*, 7, 8, 8-10, 2003.
14. **Wojciechowska-Mazurek M., Karłowski K., Starska K., Brulińska-Ostrowska E.:** Kadm w żywności- ocena zanieczyszczenia, wymagania. Kadm w środowisku- problemy ekologiczne i metodyczne, *Zesz. Nauk. PAN*, 26, 337- 351, 2000.
15. **Wojtasik A., Baryłko-Piekielna N.:** Interakcje metali ciężkich ze składnikami odżywczymi. *Żyw. Człow. Metab.*, XIX, 4, 273-281, 1992.

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN APPLES OF SZAMPION  
VARIETY PRODUCED IN ORCHARDS SITUATED IN URBAN  
AND SUBURBAN AREAS OF THE PROVINCE OF LUBLIN

*Bożena Kiczorowska<sup>1</sup>, Piotr Kiczorowski<sup>2</sup>, Agnieszka Bochniarz<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Animal Nutrition, Agriculture University, ul. Akademicka 13, 20-934 Lublin  
e-mail: bkiczorowska@o2.pl

<sup>2</sup>Department of Seed Science and Horticultural Nursery, Agricultural University  
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin

**Abstract.** The aim of the research was to determine the content of lead and cadmium in the flesh and skin (washed and unwashed) of apples cv. Szampion. The research was carried out on fruits gathered in chosen orchards situated in towns of the province of Lublin: Góry Markuszowskie, Lublin, Łęczna, Puławy, Stryjno and Wola Sernicka. The lowest level of lead in apples was noticed in apple flesh – average of 0.285  $\mu\text{g g}^{-1}$  of fresh matter. In washed apple skin the Pb content ranged from 0.284 to 0.584  $\mu\text{g g}^{-1}$  of fresh matter. The unwashed skin of apples contained a higher concentration of Pb, even by 22, 29, and 29% compared to washed apple skin (in apples from Lublin, Stryjno and Góry Markuszowskie, respectively). The lowest level of cadmium in apples was noted in apple flesh – from 0.012 to 0.020  $\mu\text{g g}^{-1}$  of fresh matter. A higher concentration of Cd was observed in apple skin – average of 0.028  $\mu\text{g g}^{-1}$  of fresh matter. The most polluted by cadmium were apples produced in the orchards localized in Stryjno and Góry Markuszowskie, and by lead – apples from orchards in Łęczna, Wola Sernicka and Stryjno.

**Key words:** lead, cadmium, apple, Szampion