

ELŻBIETA RUSINEK, IWONA SEMBRATOWICZ, KATARZYNA OGNIK

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH METALI W OWOCACH LEŚNYCH W ZALEŻNOŚCI OD MIEJSCA POZYSKANIA

CONTENT OF SELECTED METALS IN FOREST FRUITS DEPENDING ON THE HARVEST SITE

Katedra Biochemii i Toksykologii
Akademia Rolnicza w Lublinie
20-950 Lublin, ul. Akademicka 13
Kierownik: prof. dr hab. J. Truchliński

Oznaczono zawartość ołowiu, kadmu, miedzi, cynku, żelaza i manganu w owocach leśnych (borówki, maliny, poziomki) pochodzących ze stanowisk potencjalnie wolnych od zanieczyszczeń oraz z miejsc bardziej narażonych na ekspozycję zanieczyszczeń. Owoce z terenów narażonych na zanieczyszczenia odznaczały się wyższą zawartością ołowiu, kadmu, miedzi, cynku, żelaza i manganu niż owoce zebrane na terenie nie zanieczyszczonym.

Słowa kluczowe: wybrane metale, owoce leśne, miejsce pozyskania

Key words: selected metals, forest fruits, harvest site

WSTĘP

Owoce leśne (borówki, maliny i poziomki) stanowią cenny materiał pozyskiwania surowców leczniczych. Produkty te zawierają w swoim składzie m. in. kwasy organiczne, węglowodany, pektyny oraz szereg witamin (głównie z grupy B i C). Ze względu na ich działanie przeciwbiegunkowe, przeciwgorączkowe, w stanach zapalnych przewodu pokarmowego i moczowego oraz zastosowania przy wyrobie marmolad, dżemów i kompotów są cennym surowcem zielarskim pozyskiwanym przez konsumenta. Zawartość metali w owocach jest uzależniona od wielu czynników m.in. właściwości odmianowych roślin, okresu wegetacji, warunków środowiskowych, miejsca pozyskania itp. Składniki mineralne powinny być dostarczone wraz z pożywieniem w odpowiednich ilościach i proporcjach. Zarówno ich nadmiar jak i niedobór w diecie może spowodować zaburzenia procesów metabolicznych. Zanieczyszczenie środowiska a tym samym i żywności metalami ciężkimi (głównie ołowiem i kadmem), stanowi poważny problem zdrowotny. Również Cu, Zn, Fe i Mn, które w określonych ilościach są niezbędne do właściwego przebiegu procesów fizjologicznych w organizmach żywych, w ilościach nadmiernych stanowią mogą zagrożenie dla zdrowia [6-8, 10].

Z uwagi na cenne właściwości farmakologiczne owoców leśnych, wykorzystywanych często w ziołolecznictwie podjęto badania, których celem była analiza porównawcza zawartości wybranych metali w owocach borówki czarnej, maliny właściwej oraz poziomki pospolitej, pozyskiwanych z terenów potencjalnie wolnych od zanieczyszczeń i potencjalnie narażonych na emisję zanieczyszczeń.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły próbki owoców leśnych: borówki czarnej (*Vaccinium myrtillus*), maliny właściwej (*Rubus idaeus*) oraz poziomki pospolitej (*Fragaria vesca*). Surowce pobrane zostały w województwie lubelskim z miejsc potencjalnie wolnych od zanieczyszczeń, na terenie Skierbszowskiego Parku Krajobrazowego (gmina Kraśniczyn) oraz z miejsc narażonych na bezpośrednią ekspozycję zanieczyszczeń, tj. z okolic Cementowni Rejowiec S.A. w Rejowcu Fabrycznym. Owoce pozyskiwano po osiągnięciu przez nie pełnej dojrzałości konsumpcyjnej, tj. w drugiej połowie czerwca (poziomka pospolita) oraz w lipcu (borówka czarna i malina właściwa) 2005 roku. Owoce myto wodą destylowaną, suszono na powietrzu a następnie w suszarce elektrycznej w temp. 60°C i 105°C. Po całkowitym wysuszeniu owoców rozdrobniono przygotowane próbki w młynku typu WŻ-1 i przechowywano je w opakowaniach szklanych do momentu rozpoczęcia analizy. Z tak przygotowanego materiału odważono następnie próbki surowca do badań. Do oznaczania zawartości badanych metali (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Mn) odważono po 10 g produktu. Surowiec mineralizowano na sucho w tyglach porcelanowych w piecu muflowym, w temp. 450°C, a następnie roztworzano w 6N spektralnie czystym kwasie solnym. Oznaczenia zawartości metali w otrzymanym mineralizacie wykonywano w Centralnym Laboratorium Aparaturowym (CLA) Akademii Rolniczej. Zawartość ołowiu i kadmu - oznaczono techniką bezpłomieniową, zawartość miedzi, cynku, żelaza i manganu - techniką płomieniową, metodą ASA przy użyciu spektrometru UNICAM 939. Ołów oznaczano przy długości fali : $\lambda=217$ nm , kadm przy $\lambda=228,8$ nm, miedź przy $\lambda=324,8$ nm, cynk przy $\lambda=213,9$ nm, żelazo przy $\lambda=248,3$ nm, mangan przy $\lambda=279,5$ nm. Zakres analityczny dla Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Mn był zawarty odpowiednio w przedziale (0-50 $\mu\text{g l}^{-1}$), (0-5 $\mu\text{g l}^{-1}$), (0-1 mg l^{-1}), (0-2 mg l^{-1}), (0-10 mg l^{-1}), (0-1 mg l^{-1}). Ze względu na to, że CLA nie uzyskało jeszcze certyfikatu akredytacyjnego kontrola jakości wyników odbywała się na zasadzie ich weryfikacji z wynikami uzyskiwanymi w innych jednostkach laboratoryjnych na terenie kraju.

Wszystkie analizy chemiczne zostały wykonane w dwóch powtórzeniach. Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica, wersja 5. Istotność różnic między średnimi wyznaczono testem analizy wariancji jednoczynnikowej ANOVA, przyjmując poziom istotności 0,05.

WYNIKI I CH OMÓWIENIE

Otrzymane wyniki zawartości badanych metali w owocach leśnych przedstawiono w tabeli I.

Ołów i kadm zaliczane do priorytetowych zanieczyszczeń żywności stwarzają największe zagrożenie dla zdrowia człowieka zarówno ze względu na ich właściwości toksykologiczne jak i powszechność występowania. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że zawartość ołowiu we wszystkich analizowanych próbkach owoców była znacznie niższa od najwyższego dopuszczalnego poziomu podanego w Rozporządzeniu Komisji (WE) nr 1881/2006 wynoszącego dla jagód i małych owoców 0,20 mg/kg s.m. [9].

Wyniki dotyczące zawartości ołowiu w badanych owocach poziomki pospolitej, wykazały znacznie wyższy ($p \leq 0,05$) poziom tego metalu w próbkach pobranych z terenów znajdu-

Tabela I. Zawartość wybranych metali w owocach leśnych (mg/kg świeżej masy) pozyskanych z terenów potencjalnie nie narażonych (I) i narażonych (II) na ekspozycję zanieczyszczeń. Contents of selected metals in forest fruits (mg/kg fresh mass) harvested from areas potentially not exposed (I) and exposed (II) to pollution.

Rodzaj owocu	Miejsce pozyskania	Ołów	Kadm	Miedź	Cynk	Żelazo	Mangan
Borówka czarna	I	0,014-0,035 \bar{x} 0,024±0,009	0,32-0,52 \bar{x} 0,42 ^b ±0,08	0,13-0,22 \bar{x} 0,17±0,04	6,65-7,92 \bar{x} 7,16 ^b ±0,48	5,45-6,36 \bar{x} 5,95 ^b ±0,35	2,05-3,11 \bar{x} 2,64±0,41
	II	0,018-0,045 \bar{x} 0,026±0,011	0,52-0,85 \bar{x} 0,68 ^a ±0,12	0,14-0,28 \bar{x} 0,21±0,06	8,84-10,76 \bar{x} 9,78 ^a ±0,88	8,45-8,88 \bar{x} 8,7 ^a ±0,16	2,75-4,25 \bar{x} 3,4±0,66
Malina właściwa	I	0,045-0,09 \bar{x} 0,064±0,023	0,58-0,88 \bar{x} 0,74±0,11	0,11-0,22 \bar{x} 0,17±0,05	8,82-10,89 \bar{x} 9,96±0,98	11,74-11,95 \bar{x} 11,85 ^b ±0,08	2,55-3,06 \bar{x} 2,84±0,21
	II	0,038-0,065 \bar{x} 0,054±0,011	0,51-0,87 \bar{x} 0,75±0,14	0,12-0,29 \bar{x} 0,2±0,06	9,83-11,66 \bar{x} 10,7±0,82	14,02-14,25 \bar{x} 14,1 ^a ±0,1	2,59-3,34 \bar{x} 2,91±0,28
Poziomka pospolita	I	0,036-0,059 \bar{x} 0,048 ^b ±0,009	0,28-0,51 \bar{x} 0,41 ^b ±0,08	0,11-0,26 \bar{x} 0,19±0,06	9,25-11,58 \bar{x} 10,09±0,91	8,56-9,06 \bar{x} 8,86±0,19	3,65-4,13 \bar{x} 3,82 ^b ±0,19
	II	0,058-0,079 \bar{x} 0,066±0,007	0,55-0,77 \bar{x} 0,67 ^a ±0,1	0,17-0,26 \bar{x} 0,21±0,04	11,34-12,78 \bar{x} 11,8±0,6	9,65-10,36 \bar{x} 10,00±0,25	5,15-6,78 \bar{x} 5,73 ^a ±0,65

\bar{x} - wartość średnia (mean value) a, b - wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie, $p \leq 0,05$

a, b - values marked with different letters differ significantly at $p \leq 0.05$

jących się w pobliżu cementowni Rejowiec (0,066 mg/kg ś. m), w porównaniu z terenami potencjalnie mniej narażonymi na ekspozycję zanieczyszczeń (0,048 mg/kg ś. m). Natomiast w przypadku maliny właściwej nieco wyższą zawartość ołowiu (0,064 mg/kg ś. m.) stwierdzono na terenie potencjalnie wolnym od zanieczyszczeń. Świadczy to o dużych zdolnościach tego surowca do kumulacji ołowiu niezależnie od miejsca występowania. Zawartość ołowiu w badanych owocach borówki czarnej zbieranych na terenach potencjalnie bardziej oraz mniej narażonych na ekspozycję zanieczyszczeń była bardzo zbliżona i mieściła się w wąskich granicach (0,024 - 0,026 mg/kg ś. m.). W badaniach *Rusinek* i wsp. [10] zawartość ołowiu w malinach pozyskanych na terenie ogrodów działkowych wiejskich w Krężnicy Jarej, Tarle i Wąwolnicy kształtowała się na poziomie 0,009 mg/kg ś. m., zaś na terenach potencjalnie zanieczyszczonych (ogrody działkowe Lublina) zawartość tego metalu była zbliżona do wyników badań własnych i wynosiła - 0,067 mg/kg ś. m. Z powyższych danych wynika, iż stopień kumulacji ołowiu w analizowanych owocach w dużej mierze zależny był od gatunku rośliny. Nie ulega wątpliwości, że stopień zanieczyszczenia ołowiem zależy od skażenia środowiska oraz natężenia komunikacji na danym terenie. Dla przykładu w owocach jagodowych pochodzących z terenów Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego *Chorąży* i wsp. stwierdzili bardzo wysokie zawartości ołowiu, co dyskwalifikowało je jako zdadne do spożycia [1].

We wszystkich badanych próbkach owoców stwierdzono znaczne przekroczenie dopuszczalnej normy dla kadmu wynoszącej zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 1881/2006 0,05mg /kg. ś.m. [9]. Niezależnie od miejsca pozyskania najwyższą zawartość kadmu stwierdzono w owocach maliny właściwej; mieściła się ona w zakresie 0,74 - 0,75 mg/ kg ś. m (Tab. I). Wysoka zawartość kadmu wiąże się prawdopodobnie z tym, że maliny w znacznym stopniu pobierają i kumulują kadm zawarty w glebie [14]. Wyniki dotyczące zawartości tego metalu w owocach poziomki pospolitej i borówki czarnej wskazują na istotnie ($p \leq 0,05$) większą kumulację tego pierwiastka w surowcach pochodzących ze stanowisk zlokalizowanych wokół cementowni i aglomeracji miejskiej Rejowiec (Tab. I). Świadczy to o dużym stopniu skażenia środowiska wskutek emisji przemysłowej oraz emisji spalin samochodowych. Stwierdzenie wysokich zawartości kadmu w owocach pochodzących z terenów potencjalnie uznawanych za ekologiczne (okolice Skierbieszowskiego Parku Krajobrazowego) wynika z kolei z dużej zdolności kumulowania tego metalu przez rośliny [5, 14]. Szczególnie owoce jagodowe charakteryzują się znacznie wyższą zdolnością pobierania z gleby i kumulowania składników mineralnych w tym metali ciężkich niż inne owoce [4, 12, 15]. Znacznie niższe zawartości kadmu niż uzyskane w badaniach własnych otrzymali *Rusinek* i wsp. [10] w owocach porzeczki czarnej i czerwonej, maliny oraz winogrona białego, pozyskanych z terenów ogrodów działkowych zlokalizowanych w Lublinie i jego okolicach. Natomiast znacznie większą zawartość kadmu w owocach jagodowych (żurawiny błotnej i borówki czarnej), pochodzących z rejonu Lubelszczyzny stwierdziła *Ognik* i wsp. [6]. Wysokie zawartości kadmu stwierdzone w analizowanych owocach leśnych mogą budzić niepokój i wymagają weryfikacji w kolejnych badaniach uwzględniających większą liczbę analizowanych próbek oraz miejsc ich pozyskania.

Wraz z wejściem w życie Rozporządzenia Komisji (WE) nr 1881/2006, nie określono dopuszczalnych zawartości dla miedzi, cynku, żelaza i manganu w owocach leśnych [9]. Zawartość miedzi we wszystkich badanych gatunkach owoców była niska i nie przekraczała wartości 0,30 mg/kg ś. m. Wyniki oznaczeń zawartości tego pierwiastka wskazują na nieznacznie mniejszą kumulację w owocach borówki czarnej, maliny właściwej i poziomki pospolitej pochodzących z terenów potencjalnie nie narażonych na zanieczyszczenia (Tab. I). Owoce zbierane ze stanowisk zlokalizowanych niedaleko cementowni były bardziej zasobne w miedź. *Jakubowski* i wsp. [3] wykazali, że rośliny rosnące na stanowiskach wilgotnych kumulują więcej miedzi niż na stanowiskach suchych, stąd prawdopodobnie tereny wokół cementowni charakteryzują się większym uwilgotnieniem gleby, w porównaniu z okolicami Skierbieszowskiego Parku Krajobrazowego. W badaniach *Rusinek* i wsp. [10] zawartość miedzi w malinach z lubelskich ogrodów działkowych była aż 4 -krotnie wyższa w porównaniu do prezentowanych wyników. Reasumując można stwierdzić, że stopień kumulacji metali ciężkich w roślinach w dużej mierze zależy od gatunku, siedliska, w którym rosną [11], oraz zdolności kumulowania określonych składników z gleby i powietrza.

Wyniki zawartości cynku w badanych owocach wskazują na istotnie ($p \leq 0,05$) większą ilość tego pierwiastka jedynie w owocach borówki czarnej, pozyskanej z okolic Rejowca Fabrycznego, w porównaniu z owocami zebranymi na terenie Gminy Kraśniczyn. (Tab. I). Zawartość tego metalu w owocach maliny i poziomki zebranych ze stanowisk potencjalnie nie narażonych i narażonych na ekspozycję zanieczyszczeń była stosunkowo zbliżona i kształtowała się w granicach 9,96 mg/kg ś. m (malina właściwa) do 11,8 mg/ kg ś. m (poziomka pospolita). W badanych przez *Rusinek* i wsp. [10] owocach jagodowych bez względu na miejsce

pozyskania zawartość cynku oscylowała w granicach od 1,039 mg/ kg ś. m w winogronie białym do 3,018 mg/ kg ś. m w malinie. Wg. *Fijałkowskiego* [2] cynk kumulowany jest w roślinach w takiej ilości, w jakiej występuje w wierzchnich warstwach gleby. Można wnioskować, że zwiększona zawartość tego metalu w owocach spowodowana była skażeniem gleby.

Wśród badanych gatunków owoców najwyższą zawartość żelaza stwierdzano w owocach maliny właściwej zbieranej w okolicach Rejowca Fabrycznego, natomiast najniższą w owocach borówki czarnej pozyskanych z okolic Skierbieszowskiego Parku Krajobrazowego, które wynosiły odpowiednio 14,1 mg/ kg ś. m. i 5,95 mg/ kg ś. m. (Tab. I). Według *Turskiego i Barana* [13] wysoka zawartość tego pierwiastka w surowcu może być wynikiem nadmiernego zanieczyszczenia powietrza. Wyniki z badań własnych wskazują na wyższą zawartość żelaza we wszystkich badanych owocach z terenu potencjalnie narażonego na ekspozycję zanieczyszczeń. Zbliżone zawartości żelaza w porównaniu do wyników z badań własnych otrzymał *Zalewski* i wsp. [15] analizując owoce jagodowe i pestkowe z województwa siedleckiego. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki dotyczące zawartości tego metalu w malinie pozyskanej z obszarów Skierbieszowskiego Parku Krajobrazowego oraz z terenów Rejowca Fabrycznego są odpowiednio około 5-krotnie i 3-krotnie wyższe, w porównaniu do badań *Rusinek* i wsp. [10]. Według *Jakubowskiego* i wsp. [3] na kumulację żelaza w roślinach wpływa wilgotność siedliska.

Zawartość manganu w owocach borówki czarnej, maliny właściwej i poziomki pospolitej zebranych z terenów potencjalnie nie narażonych na ekspozycję zanieczyszczeń była dosyć zbliżona i kształtowała się w granicach od 2,64 mg /kg ś. m (borówka czarna) do 3,82 mg/ kg ś. m (poziomka pospolita) (Tab. I). Najniższą zawartość manganu, nie uwarunkowaną miejscem pozyskania surowca, stwierdzono w owocach maliny właściwej (2,84 – 2,91 mg/ kg ś. m). Natomiast owoce poziomki pochodzące z terenów położonych blisko cementowni zawierały istotnie więcej manganu niż surowce zbierane z okolic Skierbieszowskiego Parku Krajobrazowego. W badaniach *Rusinek* i wsp. [10] zawartość manganu w malinach była 2-krotnie niższa, w porównaniu do wyników badań własnych. *Stolarska i Przybulewska* [11] wykazały zależność pomiędzy koncentracją manganu w surowcach roślinnych a odczynem gleby i poziomem próchnicy. Ponadto, podobnie jak w przypadku żelaza, na kumulację manganu może tutaj wpływać wilgotność siedliska [3]. Można zatem wnioskować, iż wymienione wyżej czynniki mogły mieć istotny wpływ na zawartość badanych metali.

WNIOSKI

1. Zawartość ołowiu we wszystkich próbkach badanych owoców nie przekraczała najwyższego dopuszczalnego poziomu, natomiast stwierdzono znaczne przekroczenie w przypadku kadmu.
2. Owoce pozyskane z terenów narażonych na ekspozycję zanieczyszczeń (Rejowiec Fabryczny) odznaczały się większą koncentracją ołowiu (z wyjątkiem maliny właściwej), kadmu, miedzi, cynku, żelaza i manganu niż owoce pozyskane na terenie Gminy Kraśniczyn.
3. Niezależnie od miejsca pozyskania borówka czarna charakteryzowała się najniższą zawartością badanych metali, z wyjątkiem kadmu i miedzi natomiast owoce poziomki pospolitej zawierały najwyższą ilość ołowiu, cynku i manganu.

E. Rusinek, I. Sembratowicz, K. Ognik

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH METALI W OWOCACH LEŚNYCH W ZALEŻNOŚCI OD MIEJSCA POZYSKANIA

Streszczenie

Oznaczono zawartość Pb, Cd, Cu, Zn, Fe i Mn w próbkach owoców leśnych: borówki czarnej, maliny właściwej i poziomki pospolitej, pozyskanych w woj. lubelskim, na obszarach uznanych za potencjalnie wolne od zanieczyszczeń (Skierbieszowski Park Krajobrazowy) i na terenach potencjalnie zanieczyszczonych (Cementownia Rejowiec S.A.). Analizowane owoce pochodzące ze stanowisk bardziej narażonych na emisję zanieczyszczeń charakteryzowały się wyższą zawartością ołowiu (z wyj. maliny właściwej) oraz pozostałych metali, niż badane surowce z terenu Gminy Kraśniczyn. Spośród analizowanych owoców najniższą zawartość Pb, Zn, Fe, Mn odznaczała się borówka czarna, natomiast największą zawartością Pb, Zn i Mn charakteryzowała się poziomka pospolita. Zawartość kadmu w analizowanych surowcach roślinnych była wysoka.

E. Rusinek, I. Sembratowicz, K. Ognik

CONTENT OF SELECTED METALS IN FOREST FRUITS DEPENDING ON HARVEST SITE

Summary

Contents of selected metals (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Mn) were determined in samples of forest fruits: blueberry, raspberry and wild strawberry harvested in Lublin region from areas considered as potentially not exposed to pollution (Skierbieszów Landscape Park) and potentially polluted areas (Cement Factory Rejowiec S.A.). Analyzed fruits originating from stands more exposed to pollution were characterized by higher lead (except from raspberry) as well as other metals contents than those from Kraśniczyn commune. Among studied fruits, blueberry was distinguished by the lowest contents of Pb, Zn, Fe, Mn, wild strawberry contained the highest levels of Pb, Zn and Mn. Cadmium content in analyzed plant materials was high.

PIŚMIENNICTWO

1. *Choraży W., Śmigiel D., Bliwert K., Podsiadło R., Filip J.*: Zawartość niektórych metali ciężkich (Pb, Cd) w wybranych warzywach i owocach pochodzących z różnych terenów Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP-U). Roczn. PZH 1987, 6, 484-490.
2. *Fijałkowski D.*: Ochrona przyrody i środowiska na Lubelszczyźnie. Lub. Tow. Nauk. 2003, Lublin.
3. *Jakubowski P., Trzaskoś M., Czyż H.*: Wpływ siedlisk hydrogenicznych na produktywność, skład florystyczny i zawartość niektórych elementów w runi łąkowej. Mat. Konf. „Stan i możliwości poprawy środowiska naturalnego” AR, Szczecin 1998
4. *Jędrzejczak R., Szteke B.*: Zawartość kadmu i ołowiu w owocach jagodowych i ziarnkowych. Roczn. PZH 1989, 4/6, 274-278.
5. *Krejpcio Z., Olejnik D., Wójciak R., Gawęcki J.*: Zawartość ołowiu i kadmu w racjach pokarmowych dzieci i młodzieży z terenu Legnickiego Zagłębia Miedziowego. Roczn. PZH 1999, 4, 353-360.

6. *Ognik K., Sembratowicz I., Truchliński J.*: Zawartość wybranych metali oraz azotanów i azotynów w owocach żurawiny błotnej oraz borówki czarnej i czerwonej z rejonu Lubelszczyzny. *Żyw. Człow. i Metabol.* 2005, 1, 267-272.
7. *Ognik K., Rusinek E., Sembratowicz I., Truchliński J.*: Influence of environmental conditions and vegetation period on trace elements contents in black chokeberry and elderberry fruits from Lublin region. *Polish J. Environ. Stud.* 2006, 3a, 113-117.
8. *Ognik K., Rusinek E., Sembratowicz I., Truchliński J.*: Zawartość metali ciężkich oraz azotanów (V) i azotanów (III) w owocach bzu czarnego i aronii czarnoowocowej w zależności od miejsca pozyskania i okresu wegetacyjnego. *Roczn. PZH* 2006, 3, 235-241.
9. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006r ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. *Dz. Urz. UE L* 364/5 z dnia 20.12.2006.
10. *Rusinek E., Ognik K., Sembratowicz I., Truchliński J.*: Wpływ warunków siedliska na bioakumulację makroelementów oraz pierwiastków śladowych w wybranych owocach z rejonu Lubelszczyzny. *J. of Element.* 2006, 2, 199-206
11. *Stolarska A., Przybulewska K.*: Wpływ warunków siedliska na bioakumulację wybranych mikroelementów w *Plantago major L.* i *Taraxacum officinale* Web. *J. of Element.* 2004, 4, 775-784.
12. *Trętowska J., Syrocka K.*: Próba oceny stanu zanieczyszczenia środowiska w Siedlcach i okolicach na podstawie zawartości metali ciężkich w liściach i owocach bzu czarnego. *Ekol. Techn.* 2002, 1, 24-28.
13. *Turski R., Baran S.*: Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb. Wyd. AR, Lublin, 1995.
14. *Wojciechowska – Mazurek M., Zawadzka T., Karłowski K., Starska K., Ćwiek – Ludwicka K., Brulińska – Ostrowska E.*: Zawartość ołowiu, kadmu, rtęci, cynku i miedzi w owocach z różnych regionów Polski. *Roczn. PZH* 1995, 3, 223-235.
15. *Zalewski W., Oprządek K., Syrocka K., Lipińska J., Jaroszyńska J.*: Zawartość pierwiastków szkodliwych dla zdrowia w owocach i warzywach uprawianych w woj. siedleckim. *Roczn. PZH* 1994, 1-2, 19-26.

Otrzymano: 10.02.2008

