

**Elżbieta Rusinek, Katarzyna Ognik,
Iwona Sembratowicz, Jerzy Truchliński**

**WPLYW WARUNKÓW SIEDLISKA
NA BIOAKUMULACJĘ MAKROELEMENTÓW
ORAZ PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH
W WYBRANYCH OWOCACH
Z REJONU LUBELSZCZYZNY**

**Katedra Biochemii i Toksykologii
Akademia Rolnicza w Lublinie**

WSTĘP

Zanieczyszczenie środowiska, a tym samym i żywności, metalami ciężkimi stanowi istotny problem zdrowotny. Ołów i kadm zaliczane są do priorytetowych zanieczyszczeń żywności, tzn. stwarzających największe zagrożenie dla zdrowia ludzkiego zarówno ze względu na ich właściwości toksykologiczne, jak i powszechność występowania. Również Na, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn – pierwiastki, które w określonych ilościach są niezbędne do właściwego przebiegu procesów fizjologicznych w organizmach żywych – w ilościach nadmiernych stanowią zagrożenie dla zdrowia (WOJCIECHOWSKA i in. 1995). W dostępnym piśmiennictwie napotkano niewiele prac, w których oznaczano zawartość makro- i mikroelementów w owocach z rejonu wschodniej Polski. Większość dotychczasowych badań obejmujących wpływ warunków siedliskowych na zawartość składników mineralnych w owocach była wykonywana w Polsce głównie w rejonach objętych znaczną emisją zanieczyszczeń prze-

mysłowych lub pochodzących z upraw towarowych (CHORAŻY i in. 1987, SZYM-CZAK i in. 1993, WOŹNIAK, POKORSKA 1999).

Celowe zatem wydało się określenie zawartości makroelementów oraz pierwiastków śladowych w wybranych owocach pozyskanych z rejonu Lubelszczyzny.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były popularne owoce ogrodowe: w tym jagodowe – porzeczka czerwona, porzeczka czarna, malina, krajowe winogrona białe oraz owoce pestkowe – śliwka węgierka. Próbki do badań pobrano w województwie lubelskim na terenach uznanych za potencjalnie zanieczyszczone (ogrody działkowe w Lublinie) oraz oddalone o ok. 20–30 km od aglomeracji miejskiej (ogrody wiejskie w Krężnicy Jarej, Tarle, Wąwolnicy). W sposób losowy pobrano 46 próbek owoców z obu terenów, w tym po 5 próbek porzeczki czarnej, czerwonej i maliny oraz po 4 próbki śliwki i winogron. Owoce zbierano w 2004 r. po osiągnięciu przez nie pełnej dojrzałości zbiorczej: porzeczki i maliny w miesiącu lipcu, śliwki i winogrona we wrześniu. W przygotowanych próbkach, posługując się techniką atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA), oznaczono zawartość makro- i mikroelementów.

WYNIKI I CH OMÓWIENIE

Kumulacja składników mineralnych w roślinach w dużej mierze zależy od gatunku, siedliska oraz zdolności kumulowania określonych składników z gleby i powietrza.

Wyniki zawartości badanych makroelementów w owocach: porzeczki czarnej, porzeczki czerwonej, maliny, śliwki i winogrona białego, podane w postaci średniej arytmetycznej, zestawiono w tabeli 1.

Z tabeli 1 wynika, że najwyższą koncentrację sodu miały owoce winogrona białego ($85,69\text{--}106,5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) z ogródków działkowych Lublina i terenów miejskich, najniższą owoce śliwki węgierki ($18,58\text{--}40,83\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Analiza owoców jagodowych i pestkowych wykazała natomiast wyrównaną zawartość potasu i wapnia z wyjątkiem porzeczki czerwonej (K – $587,8\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; Ca – $402,7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i porzeczki czarnej (K – $520,7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; Ca – $502,4\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), zebranych z ogrodów działkowych w Lublinie, których wartości były znacznie wyższe od pozostałych. Najwyższą koncentrację magnezu odpowiednio ($158,1\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $198,7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) stwierdzono w owocach maliny zebranej z obu terenów. Najniższą jej zawartość ($53,81\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ – $79,84\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) wykazano w owocach winogrona białego.

Tabela 1
Table 1Zawartość makroelementów w wybranych owocach ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ świeżej masy)
Content of macroelements in selected fruits ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ of fresh mass)

Owoce Fruits	Liczba próbek Number of samples	Sód – Sodium		Potas – Potassium		Wapń – Calcium		Magnez – Magnesium		
		zakres range	wartość średnia mean value odchylenie standardowe standard deviation	zakres range	wartość średnia mean value odchylenie standardowe standard deviation	zakres range	wartość średnia mean value odchylenie standardowe standard deviation	zakres range	wartość średnia mean value odchylenie standardowe standard deviation	
Porzeczka czerwona Redcurrant	5	I	45.21–112.4	78.82±33.61	327.6–541.5	434.5±106.9	26.61–380.5	203.5±176.6	63.26–109.6	86.47±23.21
		II	36.26–45.5	86.75±50.49	456.4–648.4	587.8±51.36	285.2–521.3	402.7±117.5	92.84–162.1	125.6±32.76
Porzeczka czarna Blackcurrant	5	I	39.69–98.26	68.97±29.28	285.8–580.7	433.1±147.3	265.1–417.2	341.1±75.91	65.26–153.2	106.2±40.94
		II	45.53–138.3	87.92±42.39	424.1–557.3	520.7±96.57	449.1–563.2	502.4±53.22	122.2–169.2	144.6±22.31
Malina Raspberry	5	I	58.05–73.81	65.92±7.868	298.5–521.9	410.2±111.7	189.2–295.7	238.4±49.19	123.4–201.3	158.1±34.66
		II	57.66–114.2	83.45±25.79	349.1–581.2	464.8±115.7	258.3–336.9	297.6±39.27	156.4–245.4	198.7±42.23
Śliwka węgierka Sweet prune	4	I	10.35–27.27	18.58±8.221	297.5–445.5	370.9±73.36	110.2–236.5	160.9±50.68	45.43–78.29	60.88±15.45
		II	32.97–48.68	40.83±7.852	312.4–497.5	401.9±89.41	136.8–213.6	171.5±34.62	79.26–104.8	92.07±12.81
Winogrono białe White grape	4	I	69.76–101.71	85.69±15.93	281.2–402.2	331.3±50.06	89.22–149.2	119.2±29.98	50.22–65.45	53.81±3.587
		II	89.65–123.5	106.5±16.85	278.2–560.8	416.3±138.1	98.31–256.9	175.3±76.99	56.22–103.4	79.84±23.62

I – ogrody działkowe wiejskie – village allotment

II – ogrody działkowe Lublina – Lublin's allotment

Dane dotyczące koncentracji pierwiastków śladowych w badanych owocach przedstawiono w tabeli 2.

Wyniki oznaczeń zawartości ołowiu wykazały, że we wszystkich badanych owocach nie przekraczała ona dopuszczalnych norm określonych przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 2003 r., tj. dla owoców jagodowych $0,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a dla owoców pestkowych $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Ten dopuszczalny poziom nie został przekroczony nawet w surowcach pochodzących z terenów położonych w centrum miasta Lublina, chociaż w porównaniu z owocami zebranymi z ogrodów działkowych wiejskich, był on znacznie wyższy (w przypadku porzeczki czarnej aż 15-krotnie, natomiast w przypadku winogrona białego 13-krotnie). Nie ulega więc wątpliwości, że stopień zanieczyszczenia tym metalem zależy od skażenia środowiska oraz natężenia komunikacji w danym rejonie, gdyż wyniki uzyskane w badaniach własnych potwierdzają tę zależność. Dla przykładu skażenie ołowiem owoców pochodzących z terenów Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego dyskwalifikowało je jako niezdadne do spożycia (CHORAŻY i in. 1987). W przeciwieństwie do ołowiu, koncentracja kadmu w badanych owocach była bardzo wysoka, przekraczająca dozwoloną ilość, która wg najnowszego Rozporządzenia MZ w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń nie powinna przekraczać dla owoców jagodowych $0,03 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a dla owoców pestkowych $0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Rozporządzenie MZ 2003). W przypadku wszystkich analizowanych owoców, oprócz porzeczki czerwonej, stwierdzono ponadto zależność między miejscem pozyskania surowca a zawartością kadmu. W owocach pochodzących z terenu uprzemysłowionego (tj. ogrodów działkowych w Lublinie) była ona ok. 2-krotnie wyższa niż w owocach pozyskanych z terenów wiejskich. Mimo iż w grupie owoców zbieranych na terenach potencjalnie mniej zanieczyszczonych (tereny wiejskie) zawartość kadmu była nieco niższa, to stwierdzone zawartości tego pierwiastka należy uznać za bardzo wysokie. Znacznie niższe i dosyć zbliżone zawartości kadmu, mieszczące się w granicach od $0,01$ do $0,05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, uzyskali JĘDRZEJCZAK i SZTEKE (1989), analizując owoce jagodowe i ziarnkowe. Wysoki stopień koncentracji tego pierwiastka w owocach pozyskanych zarówno z terenów wiejskich, jak i miejskich może świadczyć o dużym stopniu zanieczyszczenia powietrza przez spaliny samochodowe i przemysł. Z danych zamieszczonych w piśmiennictwie krajowym wynika, że owoce (szczególnie jagodowe) mają bardzo dużą zdolność pobierania z gleby i kumulowania – niezbędnych z punktu widzenia żywieniowego – składników mineralnych. Tym samym mogą wykazywać większą zdolność pobierania kadmu – metalu zaliczanego do głównych zanieczyszczeń żywności.

Dopuszczalny poziom pozostałych metali w owocach jagodowych i pestkowych do chwili obecnej nie został określony, chociaż po uzyskaniu członkostwa w UE, weszło w życie nowe Rozporządzenie MZ, zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) Nr 466/2001. Również w pierwszym Rozporządzeniu Komisji Nr 466/2001 z 8 marca 2001 r. zrezygnowano z limitowania zawartości miedzi, cynku, żelaza i manganu z uwagi na aktualne niedobory tych

pierwiastków w diecie (WOJCIECHOWSKA-MAZUREK i in. 2003). Jednak stare Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 grudnia 2000 r. limituje dopuszczalne poziomy zarówno dla miedzi ($4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), jak i dla cynku ($10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Z wielu badań wynika zatem, że zarówno nadmiar, jak i niedobór tych pierwiastków w pożywieniu ma niekorzystny wpływ na zdrowie człowieka.

Wyniki dotyczące zawartości miedzi wskazują na większą kumulację tego pierwiastka w owocach pochodzących z terenów potencjalnie bardziej narażonych na ekspozycję zanieczyszczeń. Owoce zbierane ze stanowisk zlokalizowanych na wsi były średnio o 53,7% mniej zasobne w miedź. Jednak we wszystkich badanych owocach poziom miedzi nie przekraczał $4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. W badanych owocach nie stwierdzono również przekroczenia dopuszczalnej normy dla cynku, wynoszącej $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Największą zawartość tego pierwiastka stwierdzono w owocach zebranych z terenu potencjalnie narażonego na ekspozycję zanieczyszczeń, szczególnie w malinach ($3,018 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz porzeczkach czarnych ($2,564 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Natomiast w przypadku owoców zbieranych na terenach potencjalnie mniej zanieczyszczonych poziom tego pierwiastka w badanych owocach był dosyć zbliżony i mieścił się w granicach od $1,059 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ w porzeczkach czarnej do $1,106 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ w śliwce węgierce. Podobne i również niskie zawartości cynku i miedzi w owocach jagodowych i pestkowych otrzymali WOJCIECHOWSKA-MAZUREK i in. 1995 oraz ZALEWSKI i in. 1994. W przeanalizowanych owocach najwyższą zawartość żelaza określono w owocach maliny, zbieranych z ogrodów działkowych w Lublinie, i wynosiła $5,294 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Najniższą koncentrację żelaza stwierdzono w owocach śliwki węgierki pozyskanej z ogrodów działkowych wiejskich ($1,882 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). W przypadku pozostałych owoców zawartość żelaza była dosyć zbliżona. Według TURSKIEGO i BARANA (1995) normę zawartości tego metalu w roślinach stanowi wartość $20\text{--}50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a duża koncentracja w surowcu może być efektem jego nadmiernej ilości w powietrzu. Dosyć zbliżone zawartości żelaza do wyników uzyskanych w badaniach własnych otrzymali ZALEWSKI i in. (1994), analizując owoce z woj. siedleckiego. Najwięcej manganu oznaczono w owocach maliny zebranej z terenu potencjalnie narażonego na ekspozycję zanieczyszczeń ($1,564 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), a także z terenu odpowiednio oddalonego od aglomeracji miejskich ($1,432 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Najmniejszą jego ilość zawierały krajowe owoce winogrona białego – odpowiednio $0,082 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ i $0,102 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Należy jednak stwierdzić, że zawartość manganu w analizowanych owocach również zależała od miejsca pozyskania surowca. Generalnie, owoce zbierane ze stanowisk narażonych na ekspozycję zanieczyszczeń zawierały więcej (średnio o 11,5%) manganu niż owoce zbierane z okolic mniej narażonych na zanieczyszczenia przemysłowe i komunikacyjne.

Reasumując, można stwierdzić, że uzyskane wyniki wskazują na wyraźny wpływ warunków siedliska na koncentrację zarówno analizowanych makroelementów, jak i pierwiastków śladowych. Na istnienie takiego wpływu wskazują badania STOLARSKIEJ i PRZYBULEWSKIEJ (2004) oraz JAKUBOWSKIEGO i in. (1998). Ponadto otrzymane wyniki, z wyjątkiem kadmu, wydają

się być zbliżone do wartości uzyskiwanych przez innych autorów. Natomiast stwierdzona znacznie większa zawartość kadmu w analizowanych owocach budzi duży niepokój i wskazuje na celowość dalszych badań, uwzględniających większą liczbę analizowanych prób oraz miejsc ich pozyskania.

WNIOSKI

1. W owocach pozyskanych z terenów narażonych na znacznie większą ekspozycję zanieczyszczeń (ogrody działkowe w mieście Lublinie) stwierdzono wyższy poziom badanych makroelementów i pierwiastków śladowych niż w owocach zbieranych w ogrodach działkowych na wsi.

2. Poziom ołowiu we wszystkich badanych owocach był bardzo niski, nie przekraczał bowiem maksymalnie dopuszczalnej zawartości $0,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ś.m dla owoców jagodowych i $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ś.m dla owoców pestkowych.

3. Odnotowana zawartość kadmu była bardzo wysoka. We wszystkich badanych próbkach owoców koncentracja tego metalu wielokrotnie przekraczała jego dopuszczalną zawartość $0,03 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ś.m dla owoców jagodowych i $0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ś.m dla owoców pestkowych. Jednak najwyższą zawartość kadmu wykazano w śliwce węgierce – $0,289 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ i $0,545 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

4. W badanych owocach stwierdzono bardzo zbliżony poziom potasu i wapnia. Znacznie wyższy ich poziom stwierdzono jedynie w owocach porzeczki czarnej i czerwonej zebranych z obu terenów.

5. Zawartość pozostałych makroelementów, tj. sodu i magnezu, oraz pierwiastków śladowych: miedzi, cynku, żelaza i manganu w próbkach analizowanych owoców można uznać za dosyć niską, nie stanowiącą zagrożenia dla zdrowia człowieka.

PIŚMIENNICTWO

- 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)*. Roczn. PZH, 6 (38): 484-490
- JAKUBOWSKI P., TRZASKOŚ M., CZYŻ H. 1998. *Wpływ siedlisk hydrogenicznych na produktywność, skład florystyczny i zawartość niektórych elementów w runi łąkowej*. Mat. Konf. Stan i możliwości poprawy środowiska naturalnego. AR, Szczecin.
- JĘDRZEJCZAK R., SZTEKE B. 1989. *Zawartość kadmu i ołowiu w owocach jagodowych i ziarnkowych*. Roczn. PZH, 40 (4-6): 274-278.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia*. 2003. (DzU Nr 37 poz. 326).
- STOLARSKA A., PRZYBULEWSKA K. 2004. *Wpływ warunków siedliska na bioakumulację wybranych mikroelementów w Plantago major L. i Taraxacum officinale Web.* J. Elementol., 9 (4): 775-784.
- SZYMCZAK J., IŁOW R., REGULSKA-IŁOW B. 1993. *Zawartość ołowiu i kadmu w warzywach, zbóżach, owocach i glebie pochodzących z terenów o zróżnicowanym zanieczyszczeniu przemysłowym oraz szklarni*. Roczn. PZH, 44 (4): 331-346.

- TURSKI R., BARAN S. 1995. *Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb*. Wyd. AR, Lublin.
- WOJCIECHOWSKA-MAZUREK M., STARSKA K., BRULIŃSKA-OSTROWSKA E., KARŁOWSKI K. 2003. *Maksymalne dopuszczalne poziomy metali szkodliwych dla zdrowia w żywności*. Przem. Spoż., 2: 44- 51.
- WOJCIECHOWSKA-MAZUREK M., ZAWADZKA T., KARŁOWSKI K., STARSKA K., ĆWIEK-LUDWICKA K., BRULIŃSKA-OSTROWSKA E. 1995. *Zawartość ołowiu, kadmu, rtęci, cynku i miedzi w owocach z różnych regionów Polski*. Roczn. PZH, 46 (3): 223-238.
- WOŹNIAK J., POKORSKA-LIS G. 1999. *Azotany i azotyny w warzywach z upraw konwencjonalnych i ekologicznych*. Bromat. Chem. Toksykol., 32 (4): 317-321.
- ZALEWSKI W., OPRZĄDEK K., SYROCKA K., LIPIŃSKA J., JAROSZYŃSKA J. 1994. *Zawartość pierwiastków szkodliwych dla zdrowia w owocach i warzywach uprawianych w woj. siedleckim*. Roczn. PZH, 45 (1-2): 19-26.

Elżbieta Rusinek, Katarzyna Ognik, Iwona Sembratowicz, Jerzy Truchliński

WPLYW WARUNKÓW SIEDLISKA NA BIOAKUMULACJĘ MAKROELEMENTÓW ORAZ PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH W WYBRANYCH OWOCACH Z REJONU LUBELSZCZYZNY

Słowa kluczowe: makroelementy, pierwiastki śladowe, porzeczka czarna, porzeczka czerwona, malina, śliwka węgierka, winogrono białe.

Abstrakt

Oznaczono zawartość makroelementów oraz pierwiastków śladowych w owocach porzeczki czarnej, porzeczki czerwonej, maliny, śliwki węgierki i winogrona białego. Materiał do badań pobrano w województwie lubelskim na terenach potencjalnie narażonych i nienarażonych na ekspozycję zanieczyszczeń (ogrody działkowe w Lublinie oraz ogrody działkowe na wsi). W badanych owocach stwierdzono bardzo wysoką zawartość kadmu – od 0,192 mg·kg⁻¹ do 0,545 mg·kg⁻¹ świeżej masy, co wielokrotnie przekraczało wartość dopuszczalną 0,03 mg·kg⁻¹ dla owoców jagodowych oraz 0,02 mg kg⁻¹ dla owoców pestkowych. Zawartość badanych makroelementów (Na, K, Ca, Mg) i pozostałych pierwiastków śladowych (Pb, Cu, Zn, Fe, Mn) była dosyć niska i nie stanowiła zagrożenia dla zdrowia człowieka.

INFLUENCE OF HABITAT CONDITIONS ON MACROELEMENTS AND TRACE ELEMENTS IN SELECTED FRUITS GROWN IN THE LUBLIN REGION

Key words: macroelements, trace elements, blackcurrant, redcurrant, raspberry, sweet prune, white grape.

Abstract

The content of some macroelements as well as trace elements in blackcurrant, redcurrant, raspberry, sweet prune and white grape fruits collected in Lublin region was determined.

Samples for determinations were taken from areas potentially exposed and unexposed to pollution (gardens in the town of Lublin and in the countryside). The analysed fruits were characterised by a very high Cd content, ranging from $0.192 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ to $0.545 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of fresh mass. Such concentrations considerably exceeded the permissible level of $0.03 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ for berries and $0.02 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ for drupes. The content of the remaining macroelements (Na, K, Ca, Mg) and trace elements (Pb, Cu, Zn, Fe, Mn) was low enough and did not create danger to human health.