

ZAWARTOŚĆ SELENU W MLEKU SPOŻYWCZYM W POLSCE*

Franciszek Brzóska, Bogdan Śliwiński, Mariusz Pietras

Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Fizjologii Żywienia,
32-083 Balice k. Krakowa

Celem badań był monitoring zawartości selenu w mleku spożywczym w Polsce. Próbkę do analiz pobierano w trzech terminach wiosną, latem i jesienią z wielkopowierzchniowych sklepów spożywczych, położonych w 16 miastach kraju. Próbkę pochodziły od 13 producentów mleka spożywczego. Materiał do badań obejmował mleko pasteryzowane UHT o przedłużonym okresie do spożycia. W każdym sklepie wybierano losowo i kupowano po 5–6 litrowych opakowań mleka o zawartości od 0,5 do 3,2% tłuszczu. Łącznie zgromadzono 95 próbek mleka. Wyniki analiz zestawiono według miejsca zakupu i producenta mleka (spółdzielni/firmy mleczarskiej). Średnia zawartość selenu w mleku wynosiła $9,01 \pm 2,26$ $\mu\text{g/litr}$ z zakresem od 4,67 do 16,60 $\mu\text{g/litr}$. Najwyższą zawartość selenu stwierdzono w próbkach mleka z Poznania $11,10 \pm 1,64$ $\mu\text{g/litr}$; a najniższą w mleku z Kielc $6,93 \pm 1,97$ $\mu\text{g/litr}$. W mleku krajowym najwyższą zawartość selenu stwierdzono w 1 próbce mleka pochodzącej ze Spółdzielni Mleczarskiej w Krasnymstawie i wynosiła ona $14,39 \pm 0,0$ $\mu\text{g/litr}$. Najwyższą zawartość selenu stwierdzono w 3 próbkach mleka pochodzących z Francji i innych niezidentyfikowanych krajów Unii Europejskiej – na poziomie $14,4 \pm 2,81$ $\mu\text{g/litr}$. Zawartość selenu w 46 próbkach mleka największych producentów mleka spożywczego w Polsce, Spółdzielni Mleczarskiej MLEKPOL w Grajewie i Spółdzielni Mleczarskiej MLEKOVITA w Wysokim Mazowieckim wynosiła odpowiednio $7,57 \pm 1,19$ $\mu\text{g/litr}$ i $8,28 \pm 0,90$ $\mu\text{g/litr}$.

Słowa kluczowe: selen, mleko spożywcze, Polska, region, producent mleka

Selen jest pierwiastkiem śladowym uwalnianym ze zewnętrznej powłoki kuli ziemskiej. W wyniku wietrzenia skał, z opadami przedostaje się do wód gruntowych i gleb uprawnych, a w dalszej kolejności zostaje włączony do łańcucha troficznego roślin, zwierząt i ludzi. Selenobiałka odgrywają ważną rolę w reprodukcji, metabolizmie gruczołu tarczycy, syntezie DNA i ochronie przed procesami utleniania oraz infekcjami (Sunde, 2012). Selen występuje w dwóch formach: nieorganicznej (seleniany i seleniny) oraz organicznej (Se-metionina i Se-cysteina). Obie formy selenu

*Badania finansowane poprzez dotację statutową Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach Planu Naukowo-Badawczego Instytutu Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego.

dopuszczono do żywienia zwierząt i ludzi (Sunde, 2006). Selen jako składnik selenobiałek pełni ważną funkcję biologiczną w organizmach (Van Cauwenbergh i in., 2004), szczególnie jako kofaktor enzymu peroksydazy glutationowej (GPx) obniżającej utlenianie tłuszczu w komórkach poprzez katalizę redukcji nadtlenu, włącznie z wodorotlenkami (Navarro-Alarcon i in., 2005). Selen jest pierwiastkiem niezbędnym do życia i ściśle powiązany ze zdrowiem populacji ludzkich (Navarro-Alarcon i Cabrera-Vique, 2008). Wykazano zależności pomiędzy występowaniem kardiopatii a niskim poziomem selenu w środowisku, w diecie i krwi pacjentów. Wykazano również, że niska zawartość selenu w surowicy i osoczu krwi pacjentów miała ścisły związek z występowaniem schorzeń układu krążenia krwi, jak nadciśnienie tętnicze, zawał mięśnia sercowego, przewlekłe schorzenia serca, arterioskleroza naczyń wieńcowych czy niedokrwienie mięśnia sercowego (Navarro-Alarcon i López-Martinez, 2000; Wei i in., 2004; Navas-Acient i in., 2008). Stwierdzono, iż selen jako antyoksydant pełni ochronną rolę w prewencji schorzeń nowotworowych (Donaldson, 2004). Niska zawartość selenu w codziennej diecie, w tym mleku i produktach pochodnych miała groźne konsekwencje dla zdrowia ludzi. Dobrze zbadano i opisano skutki niskiego poziomu selenu w krwi, czyli występowanie hepatopatii i nowotworów wątroby (Navarro-Alarcon i in., 2002). Ze względu na znaczne spożycie mleka w Unii Europejskiej, na poziomie 150–240 litrów na osobę, rozwinięto badania nad poszukiwaniem możliwości zwiększenia zawartości selenu w żywności, w tym w mleku spożywczym oraz przetworach mlecznych.

Pewne rejony Europy cechuje deficyt selenu w roślinach i żywności, a jego zawartość w produktach spożywczych na całym kontynencie waha się między niską a umiarkowaną (Hartikainen, 2005). Wykazano, że formy organiczne selenu są lepiej przyswajalne przez zwierzęta i człowieka (Rayman i in., 2008; Hu i in., 2008). Analizując składniki diety ludzkiej, więcej selenu znajduje się w produktach pochodzenia zwierzęcego, szczególnie pochodzących od zwierząt żywionych ziarnem zbóż, roślinami strączkowymi i paszami pochodzenia zwierzęcego (Pilarczyk i in., 2009). Spośród produktów pochodzenia zwierzęcego istotne znaczenie dla diety człowieka ma zawartość selenu w mleku spożywczym i produktach pochodnych. Przyjmuje się, że mleko i produkty mleczne stanowią około 15–20% diety człowieka w strefie klimatu umiarkowanego półkuli północnej i południowej.

W latach 90. XX wieku zawartość selenu w mleku krów w Polsce mieściła się w przedziale od $4,8 \mu\text{g kg}^{-1}$ do $14,4 \mu\text{g kg}^{-1}$ mleka (Dębski i Żarski, 1990). W kolejnych badaniach stwierdzono, że zawartość selenu w mleku w największym stopniu uzależniona jest od podaży selenu w dawce pokarmowej krów i może osiągać $20 \mu\text{g Se/kg}$ mleka (Brzóska i Brzóska, 2004; Wiewióra i in., 2004).

W dostępnym piśmiennictwie znajdują się fragmentaryczne informacje o zawartości selenu w mleku w Polsce, dotyczące nielicznych wybranych regionów. Nie jest znany poziom selenu w mleku spożywczym konsumowanym na terenie całego kraju. Analizy mleka pobranego z maszyn udojowych w rejonie Szczecińska wykazały sezonowe wahania poziomu selenu w mleku od $22 \mu\text{g Se/kg}$ (wiosna), $13 \mu\text{g Se/kg}$ (lato), $34 \mu\text{g Se/kg}$ (jesień) i $25 \mu\text{g Se/kg}$ mleka (zima) (Mituniewicz-Małek i in., 2017). Było to mleko surowe na etapie pozyskiwania i nieprzetworzone.

Celem monitoringowych badań było określenie zawartości selenu w mleku konsumpcyjnym sprzedawanym w 16 wielkopowierzchniowych sieciach handlowych największych miast Polski oraz mleka pochodzącego od 13 producentów mleka spożywczego w Polsce, a także w mleku importowanym z Francji i Unii Europejskiej.

Material i metody

Gromadzenie próbek mleka

Materiałem badawczym były losowo wybrane próbki mleka spożywczego UHT o przedłużonym okresie trwałości. 5–6 litrowych opakowań mleka o różnej zawartości tłuszczu (0,5 do 3,2%) kupowano w wielkopowierzchniowych sklepach spożywczych, w każdym z 16 miast (tab. 1) i 13 producentów mleka spożywczego w Polsce oraz 3 próbki mleka importowanego z Unii Europejskiej (tab. 2). Mleko kupowano w dniach 13.05, 23.08 i 7.09.2014 r. Tego samego lub następnego dnia próbki mleka transportowano samochodem do Centralnego Laboratorium Instytutu Zootechniki PIB (Aleksandrowice/Kraków), przechowywano w temp. 5°C i niezwłocznie analizowano na zawartość selenu.

Tabela 1. Zawartość selenu w mleku spożywczym zależnie od miasta zakupu
Table 1. Selenium content in consumer milk in relation to city of purchase

Miasto zakupu mleka City of milk purchase	Ilość próbek No. of samples	Zawartość selenu ($\mu\text{g/litr}$ mleka) Selenium content ($\mu\text{g/litre}$ milk)				
		Średnia Average	SD	CV%	Min. Min.	Maks. Max.
Bydgoszcz	6	10,49	3,40	32,4	5,78	15,97
Gdańsk	6	8,44	1,60	19,0	7,50	11,09
Katowice	6	8,80	1,67	19,0	6,50	11,46
Kielce	6	6,93	1,97	28,4	5,14	10,28
Kraków	6	8,80	1,70	19,3		
Lublin	5	9,46	2,90	30,7	6,96	14,39
Łódź	6	8,84	3,84	43,4	6,61	16,60
Olsztyn	6	8,61	0,78	9,1	7,60	9,98
Opole	6	10,03	1,27	12,7	8,36	12,26
Poznań	6	11,10	1,64	9,4	9,32	12,56
Rzeszów	6	7,83	1,25	16,0	5,48	8,94
Siedlce	6	9,23	1,30	14,1	7,90	11,60
Szczecin	6	8,65	1,89	21,8	5,15	10,61
Warszawa	6	8,36	2,17	26,0	4,67	11,15
Wrocław	6	8,65	1,23	12,6	8,34	11,70
Zielona Góra	6	7,83	1,25	16,6	5,48	8,94
Średnia ogółem Total average	95	9,01				
SD			2,26			
CV%				25,1		
Zakres Range					4,67	16,60

Tabela 2. Zawartość selenu w mleku spożywczym zależnie od miejsca producenta
Table 2. Selenium content in consumer milk in relation to location of the manufacturer

Spółdzielnia mleczarska Milk cooperative	Ilość próbek No. of samples	Zawartość selenu (µg/litr mleka) Selenium content (µg/litre milk)				
		średnia average	SD	CV%	min. min.	maks. max.
Łowicz	14	9,98	1,19	11,8	8,60	11,46
Raciąż	3	5,32	0,17	3,2	5,15	5,48
Grajewo	23	7,57	1,19	15,7	5,18	9,98
Radzyń Podlaski	1	9,04	-	-	9,0	9,0
Sieradz	4	9,89	1,15	12,6	8,72	11,37
Wysokie Mazowieckie	23	8,28	0,90	10,8	6,50	9,85
Nowy Targ	3	5,81	1,70	19,3	5,14	6,50
Krasnystaw	1	14,39	-	-	14,4	14,4
Gostyń	1	9,81	-	-	9,1	9,1
Kościan	2	10,76	2,69	25,1	8,76	12,56
Wyszyny	1	11,73	-	-	11,7	11,7
Jabłonowo Pomorskie	1	11,82	-	-	11,8	11,8
Rypin	13	9,68	1,23	12,7	7,68	12,16
Gdańsk	2	8,64	0,42	4,9	8,34	8,94
UE/Francja	3	14,39	2,81	19,5	11,15	16,06
EU/France						
Średnia ogółem Total average	95	9,81				
SD			2,45			
CV%				25,0		
Zakres Range					5,32	14,39

Metoda oznaczania zawartości selenu w mleku

Zawartość selenu w próbkach mleka oznaczano techniką absorpcyjnej spektroskopii atomowej (ASA model GBC, firma Avanta, Australia) z wykorzystaniem techniki generowania wodorków, po uprzedniej mineralizacji. Próbki mineralizowano w mieszaninie kwasu azotowego i nadchlorowego, w mineralizatorze mikrofalowym (Ethos Plus, firma Milstone, Italy), w teflonowych kuwetach, w dwóch cyklach mineralizacji, każdy po 20 minut.

Analizy statystyczne

Wyniki analiz selenu opracowano poprzez wyliczenie wartości średnich dla czynników doświadczalnych, odchylenie standardowe (SD), współczynnik zmienności (CV) oraz zakres wahań dla wartości średniej (od – do). Wyniki analiz zestawiono według miejsca zakupu i producenta mleka (spółdzielni/firmy mleczarskiej).

Wyniki

Zawartość selenu w polskim mleku spożywczym mieściła się w szerokim przedziale od 4,67 do 16,60 µg/litr, przy średnim stężeniu wynoszącym 9,01 µg/litr. O dużym zróżnicowaniu zawartości selenu świadczy również współczynnik zmienności wynoszący 25,1%. Najwyższą zawartość selenu stwierdzono w próbkach

mleka spożywczego z Poznania $11,10 \pm 1,64$ $\mu\text{g/litr}$, Bydgoszczy $10,49 \pm 3,40$ $\mu\text{g/litr}$ i Opolą $10,03 \pm 1,27$ $\mu\text{g/litr}$. Najniższą zawartość selenu wykazano w próbkach mleka z Kielc $6,93 \pm 1,97$ $\mu\text{g/litr}$, Rzeszowa $7,83 \pm 1,25$ $\mu\text{g/litr}$ i Zielonej Góry $7,83 \pm 1,25$ $\mu\text{g/litr}$ (tab. 1). Wysoką zawartość selenu $14,4 \pm 2,81$ $\mu\text{g/litr}$ stwierdzono w mleku francuskim (Unia Europejska) w porównaniu do mleka polskiego (tab. 2).

Spśród 13 spółdzielni i firm mleczarskich najwyższą zawartość selenu stwierdzono w mleku spożywczym pochodzącym ze Spółdzielni Mleczarskiej w Krasnymstawie i wynosiła ona $14,4 \pm 0,0$ $\mu\text{g/litr}$. Najniższą zawartość selenu stwierdzono w próbkach mleka ze Spółdzielni Mleczarskiej Raciąż (Mazowsze), wynosiła ona $5,3 \pm 0,17$ $\mu\text{g/litr}$. Zawartość selenu w 46 próbkach mleka największych producentów mleka spożywczego w Polsce, Spółdzielni Mleczarskiej MLEKPOL w Grajewie i Spółdzielni Mleczarskiej MLEKOVITA w Wysokim Mazowieckim (Podlasie) wynosiła odpowiednio $7,57 \pm 1,19$ i $8,28 \pm 0,90$ $\mu\text{g/litr}$. Mleko z obu zakładów stanowiło 50% zebranych próbek mleka spożywczego w Polsce.

Omówienie wyników

Poziom selenu w mleku krów jest ściśle związany z jego zawartością w dawce pokarmowej, a zatem w paszach objętościowych i mieszankach paszowych. Poziom selenu w roślinach pastewnych i w ziarnie zbóż paszowych z terenu Polski analizowano we wcześniejszych badaniach, w oparciu o próbki pochodzące ze Stacji Centralnego Ośrodka Oceny Odmian Słupia Wielka, położonych w różnych warunkach glebowych i środowiskowych kraju. Zawartość selenu w 115 próbkach roślin pastewnych (kostrzewa łąkowa, kupkówka pospolita, koniczyna biała i czerwona, kukurydza na kiszonkę) w dwóch kolejnych latach, pochodzących z różnych rejonów kraju, wynosiła średnio $46,87$ ($0,07$ – $123,56$) $\mu\text{g Se/kg SM}$ (Brzóska i in., 2003a). Analiza 142 próbek ziarna zbóż paszowych (pszenica ozima, jęczmień jary, żyto ozime, kolby kukurydzy) wykazała zawartość $70,96$ ($25,29$ – $307,81$) $\mu\text{g Se/kg SM}$ (Brzóska i in., 2003b). Niski poziom selenu w nasionach roślin strączkowych i ziarnie zbóż wykazały wcześniejsze badania Korola i in. (1987; 1992).

Dotychczasowe wyniki badań sugerują, że zawartość selenu w roślinach pastewnych i ziarnie zbóż w Polsce waha się w szerokich granicach, co wskazuje na dużą zmienność zawartości selenu w polskich glebach. Większej zawartości selenu można oczekiwać w produktach spożywczych pochodzących od zwierząt monogastrycznych żywionych dietami zbożowymi, jak kurczęta brojlery i świnie tuczniki, a także od krów mlecznych żywionych dawkami pokarmowymi z wyższą zawartością mieszanek paszowych zawierających mineralne dodatki paszowe. Poziom selenu w mieszankach paszowych dla krów w badaniach monitoringowych Korola i in. (2013) wynosił średnio $0,23$ mg/kg ($0,08$ – $0,58$). Zawartość selenu w mieszankach mineralno-witaminowych dla krów deklarowana przez ich wytwórców wynosi 30 – 50 mg Se/kg paszy (Korol i in., 2013).

Zapotrzebowanie krów mlecznych na selen przyjęto na poziomie $0,200$ mg/kg suchej masy dawki pokarmowej, a maksymalny jego poziom określono na $0,500$ mg/kg (MAFF, 1984). Oznacza to, że krowa w pełni laktacji o wydajności rocznej od 8 do

12 tys. kg mleka za laktację, pobierająca 24–28 kg suchej masy na dobę, powinna otrzymywać 4,8–5,6 mg selenu na dobę. Krowom nizinnym czerwono-białym podawano dawki zawierające 0,12; 0,24 i 0,48 mg selenianu sodowego/kg SM, co przy pobraniu około 20 kg SM/dobę i wydajności dobowej 25 kg mleka, sprawiało, że otrzymywały 2,4; 4,8 i 9,6 mg Se/dobę, co zwiększyło poziom selenu w mleku odpowiednio do 14,5; 18,96 i 21,09 $\mu\text{g Se/kg}$ mleka. Krowy otrzymujące pasze bez dodatku selenu otrzymywały 0,40 mg Se, a poziom selenu w ich mleku wynosił 10,2 $\mu\text{g Se/kg}$ (Brzóska i Brzóska, 2004). W innych badaniach podawanie krowom rasy simental w czasie 8 tygodni selenu organicznego (Se-metionina i Se-cysteina) w ilości 1, 2, 4 i 6 mg Se/krowę/dobę (przy zawartości 0,42 mg Se w dawce bez dodatku Se) zwiększyło poziom selenu w mleku krów do 31, 53, 81 i 94 $\mu\text{g Se/kg}$ mleka (Csapó i in., 2015). Zaprzestanie podawania selenu spowodowało po 6 tygodniach zmniejszenie poziomu selenu w mleku do poziomu sprzed doświadczenia. Wyniki tych badań wskazują, że formy organiczne selenu wykorzystywane są lepiej przez krowy, w porównaniu do badań krajowych, gdzie dodatkiem był selenian sodowy, a także że zaprzestanie suplementacji krów mlecznych w krótkim czasie obniża zawartość selenu w mleku (Brzóska i Brzóska, 2004). Wykazano ścisłą zależność pomiędzy poziomem selenu w dawce pokarmowej a zawartością selenu w mleku mierzoną współczynnikiem korelacji, gdzie r^2 kształtowało się w przedziale 0,96–0,99 (Givens i in., 2004). Porównanie wyników badań wcześniejszych (Brzóska i Brzóska, 2004) i obecnie uzyskanych wskazuje, że u 11 wytwórców mleka spożywczego w Polsce w żywieniu krów nie stosuje się mineralno-witaminowych premiksów paszowych zawierających selen, bowiem zawartość selenu w mleku we wspomnianych badaniach odpowiada grupie kontrolnej, nieotrzymującej selenu.

Zawartość selenu w mleku krów krajów europejskich mieści się w szerokim zakresie. W Finlandii, przed wprowadzeniem selenu do nawożenia upraw rolniczych, poziom selenu w mleku krów wynosił 25 $\mu\text{g/litr}$ (Aro i in., 1995), a po wprowadzeniu nawożenia selenem 67–110 $\mu\text{g/litr}$ (Anttolainen i in., 1996). W innych krajach poziom selenu w mleku krów wynosił: 110 $\mu\text{g/litr}$ w Grecji (Bratakos i in., 1990), 41–90 $\mu\text{g/litr}$ na Węgrzech (Alfthan i in., 1992), 12–43 $\mu\text{g/litr}$ w Anglii (Barclay i in., 1995) i 30–60 $\mu\text{g/litr}$ w Szkocji (MacPherson i in., 1997; Shortt i in., 1997). Dane te wskazują, że poziom selenu w mleku krów w wybranych krajach europejskich jest znacznie wyższy od poziomu stwierdzonego w Polsce.

Zalecane poziomy zapotrzebowania człowieka na selen są zależne od wieku i mieszczą się w przedziale od 15 do 55 $\mu\text{g Se/dobę}$ (od noworodka do wieku 55 lat dla mężczyzn i kobiet), 60 $\mu\text{g Se/dobę}$ dla kobiet w ciąży i 70 $\mu\text{g Se/dobę}$ dla kobiet karmiących (U.S. Department of Health and Human Services). W tym świetle średnia zawartość selenu w mleku spożywczym w Polsce, wynosząca 9,01 $\mu\text{g Se/kg}$, jest bardzo niska i u osób spożywających 250 ml mleka czy innych produktów mlecznych pokrywa zapotrzebowanie na dobę jedynie na poziomie: 15,0% u noworodków, 4,1% u osoby dorosłej, 3,8% u kobiet w ciąży i 3,2% u kobiet karmiących piersią. Przyjmując średnią zawartość selenu w mleku dla całego kraju, pokrycie zapotrzebowania mieszkańców na selen jest niskie, zważywszy, że w 10 na 16 miast Polski było ono niższe od średniego poziomu dla kraju średnio o 16%. Dębski i in. (2001) wykazali, że 77% obszaru Polski charakteryzuje deficyt selenu, przy czym 23% to

obszar zadowalającego poziomu Se w żywności, 42% umiarkowanego niedoboru i 12% znaczącego deficytu. Rejony znacznego niedoboru selenu w Unii Europejskiej to Finlandia (Hartikainen, 2005) i Węgry (Csapò i in., 2015). Nawożenie gleb w Finlandii dodatkiem selenu mineralnego zwiększyło poziom selenu w mleku, jajach i mięsie od 2 do 8 razy (Hartikainen, 2005). Po zaprzestaniu nawożenia selenem jego poziom w glebach pochodzenia polodowcowego i w roślinach pastewnych szybko malał i po 3–4 latach zrównywał się z obszarami uprzednio nienawożonymi. Zawartość selenu w mleku może wahać się w szerokich granicach, zależnie od sezonu wiosna-lato i jesień-zima. Zależność tą opisano w pracy Mituniewicz-Małek i in. (2017), gdzie w okresie jesienno-zimowym poziom selenu w mleku był o około 41% wyższy niż w okresie wiosenno-letnim.

Zawartość selenu w mleku w Polsce jest wynikiem umiarkowanej zawartości selenu w roślinach pastewnych i zbożach (Brzóska i in., 2003a, b) oraz niskiej podaży selenu w dawkach pokarmowych dla krów (Pilarczyk i in., 2009). Mieszanki paszowe wytwarzane metodami przemysłowymi zawierają niezbędne dla krów składniki mineralne, w tym selen. Producenci mieszanek mineralno-witaminowych dla bydła deklarują zawartość selenu na poziomie 40–50 mg Se/kg, przy zalecanej dawce 100–200 g/dobę (Korol i in., 2013). Oznacza to pobranie przez krowy 4–5 mg selenu. Podawanie mieszanek mineralno-witaminowych (premixsów) pokrywa zapotrzebowanie krów wysokomlecznych na selen. W świetle wcześniejszych badań (Brzóska i Brzóska, 2004), podaż selenu dla krów w okresie laktacji na tym poziomie powinna gwarantować 2-krotnie wyższy poziom selenu w mleku niż poziom, który stwierdzono w mleku w Polsce. Selen w mleku krów występuje głównie w postaci selenobiałek, stąd znajduje się w produktach mlecznych zawierających białka, jak twaróg, sery dojrzewające, kefir, mleko w proszku i jogurt. Badania monitoringowe zawartości selenu w żywności dla regionu północno-zachodniej Polski (Szczecin), w tym w produktach mlecznych, wykazały następującą zawartość selenu: w mleku na poziomie 20 µg/litr; kefirze 12 µg/litr; jogurcie 10 µg/litr; twarogu 72 µg/kg; serze edamskim 88 µg/kg; serze krowim wędzonym 22 µg/kg i niewędzonym 28 µg/kg (Pilarczyk i in., 2010). Wyniki zawartości selenu w mleku w naszej pracy weryfikują podane powyżej dane w odniesieniu do całego kraju i różnych producentów mleka spożywczego.

Produkcja mieszanek paszowych dla przeżuwaczy, głównie krów wynosi w Polsce około 1 miliona ton rocznie, co przy ponad 2 milionach krów jest wartością niską. Cechą charakterystyczną żywienia krów w Polsce, szczególnie stad mniejszych, które przeważają w ogólnej populacji krów, jest sporządzanie mieszanek paszowych przez rolników w oparciu o własne zboża, śrutę sojową lub rzepakową oraz fosforany paszowe, sól i kredę pastewną pochodzące z wolnej sprzedaży, zaniedbując stosowanie w żywieniu krów premiksów paszowych, zawierających pierwiastki śladowe m.in. jod i selen. Lizawki (brykiety) solne zawierają jod, lecz nie zawierają selenu. Próby dodawania selenu do lizawek solnych w Kopalni Soli Kłodawa zaniechano z uwagi na nadmierne straty selenu w procesie ciśnieniowego tłoczenia brykietów solnych, co zagrażało nadmiernemu wchłanianiu selenu przez osoby pracujące w bezpośredniej odległości pras (Brzóska – informacja własna). Wiele krów w Polsce pozbawionych jest pierwiastków śladowych, co posiada negatywny wpływ na ich stan zdrowia oraz jakość mleka z punktu widzenia potrzeb jego konsumentów.

Badania wykazały że zawartość selenu w mleku w Polsce była zróżnicowana zależnie od rejonu jego sprzedaży oraz zależnie od lokalizacji producenta mleka spożywczego. Szczególnie niska była zawartość selenu w mleku spożywczym pochodzącym z Podlasia (Spółdzielnia Mleczarska MLEKPOL Grajewo, Spółdzielnia Mleczarska MLEKOVITA Wysokie Mazowieckie) oraz w miastach, gdzie mleko od tych producentów trafiało do sprzedaży. Losowe pobrane próbki mleka w sklepach wykazało, że mleko z Podlasia stanowiło ponad 50% przebadanych próbek mleka.

Schorzenia serca i choroby nowotworowe są głównym czynnikiem przedwczesnych zgonów mieszkańców Polski. Zwiększenie zawartości selenu w mleku krów Polsce jest istotnym elementem poprawy wpływu mleka spożywczego na stan zdrowotny mieszkańców w skali populacyjnej.

Wnioski

Wykonane badania skłaniają do następujących wniosków:

- Zawartość selenu w mleku krów w Polsce przyjmuje niskie wartości, co może być wynikiem bardzo niskiej zawartości selenu w glebach i niskiej podaży selenu w dawkach pokarmowych.
- Producenci mleka powinni mieć świadomość, że niepodawanie krowom mlecznym mieszanek mineralno-witaminowych tzw. premiksów paszowych zawierających selen, rzutuje na niższą ich wydajność mleczną i krótszy okres mlecznego użytkowania.
- Niski poziom selenu w mleku spożywczym w Polsce może skutkować poważnymi schorzeniami konsumentów mleka i produktów mlecznych.

Piśmiennictwo

- Alfthan G., Bogy G., Aro A., Peher J. (1992). The human selenium status in Hungary. *J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis.*, 6: 233–238.
- Anttolainen M., Vaista L.M., Alfthan G., Keemola P., Salminen I., Tamminen M. (1996). Effect of extreme fish consumption on dietary and plasma antioxidant levels and fatty acid composition. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 50: 741–746.
- Aro A., Alfthan G., Varo P. (1995). Effects of supplementation of fertilizers on human selenium status in Finland. *Analyst*, 120: 841–843.
- Barclay M.N.I., MacPherson A., Dixon J. (1995). Selenium content of a range of UK foods. *J. Food Comp. Anal.*, 8: 307–318.
- Bratakos M.S., Kanaki K., Vasiliov-Waite A., Ioannou P. (1990). The nutritional selenium status of healthy Greeks. *Sci. Total Environ.*, 96: 161–176.
- Brzóška F., Brzóška B. (2004). Effect of dietary selenium on milk yield of cows and chemical composition of milk and blood. *Ann. Anim. Sci.*, 4 (1): 57–67.
- Brzóška F., Brzeziński W., Brzóška B. (2003a). Mineral nutrients in Polish feedstuffs. Part 1. Fodder plants. *Ann. Anim. Sci.*, 3 (1): 115–126.
- Brzóška F., Brzeziński W., Brzóška B. (2003b). Mineral nutrients in Polish feedstuffs. Part 2. Cereal grains. *Ann. Anim. Sci.*, 3 (2): 311–321
- Csapó J., Holló G., Holló I., Salamon R.V., Salamon Sz., Toró Sz. (2015). Production of selenium-enriched milk and dairy products. *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*, 8: 5–29.

- Dębski B., Żarski T. (1990). Rola selenu u bydła i owiec. *Prz. Hod.*, 9–10: 15–17.
- Dębski B., Zachara B., Wąsowicz W. (2001). Próby oceny poziomu selenu w Polsce oraz jego wpływ na zdrowotność ludzi i zwierząt. *Folia Univ. Agric. Scien. Zootechnica*, 224 (42): 53–62.
- Donaldson M.S. (2004). Nutrition and cancer: a review of the evidence for an anti-cancer diet. *Nutr. J.*, 3: 19–31.
- Givens D.I., Allison R., Cottriff B., Blake J.S. (2004). Enhancing the selenium content of bovine milk through alteration of the form and concentration of selenium in the diet of the dairy cow. *J. Sci. Food Agric.*, 54 (8): 811–817.
- Hartikainen H. (2005). Biogeochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 18: 309–318.
- Hu Y., McIntosh G.H., Le Leu R.K., Woodman R., Young G.P. (2008). Suppression of colorectal oncogenesis by selenium-enriched milk proteins: apoptosis and K-ras mutations. *Cancer Research*, 68: 4936–4944.
- Korol W., Matyka S., Rączkiewicz J. (1987). Zawartość selenu w nasionach roślin strączkowych grubonasiennych. *Annales UMCS, Sectio E*, vol. XLII, 23: 255–259.
- Korol W., Mojek E., Grabowski C. (1992). Zawartość selenu w ziarnie zbóż. *Biul. Inf. Przem. Pasz.*, 31 (2): 37–44.
- Korol W., Rubaj J., Bielecka G. (2013). Zawartość selenu, kobaltu i molibdenu w krajowych mieszkankach paszowych. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 40 (1): 55–64.
- MacPherson A., Barclay M.N.I., Scott R., Yates R.W.S. (1997). Loss of Canadian wheat imports lowers selenium intake and status of the Scottish population. Fisher P.W.F., L'Abbe M.R., Cockell K.A., Gibson R.S. (Eds). *Trace Elements in Man and Animals-9*, NRC Research Press, Ottawa (1997), pp. 203–205.
- MAFF, DAFS, DANI, UKASTA, BVA Working Party Report (1984). Mineral, trace element and vitamin allowances for ruminant livestock, pp. 113–141.
- Mituniewicz-Małek A., Pilarczyk B., Tomza-Marciniak A., Pilarczyk R., Bąkowska M. (2017). The content of selenium in cow milk from milk machines in Szczecin in accordance to a season. *Act Sci. Pol. Zoot.*, 16 (3): 53–56.
- Navarro-Alarcon M., Cabrera-Vique C. (2008). Selenium in food and the human body: A review. *Science of the Total Environment*, 400: 115–141.
- Navarro-Alarcon M., López-Martinez M.C. (2000). Essentiality of selenium in the human body: relationship with different diseases. *Sci. Total Environ.*, 249: 347–371.
- Navarro-Alarcon M., Lopez G., de la Serrana H., Perez-Valero V., Lopez Martinez M.C. (2002). Selenium concentrations in serum of individuals with liver diseases (cirrhosis or hepatitis): relationship with some nutritional and biochemical markers. *Sci. Total Environ.*, 291: 135–141.
- Navarro-Alarcon M., Gil Hernández F., Gil Hernández A. (2005). Selenio, manganeso, cromo, molibdeno, yodio i otros oligoelementos minoritarios. Gil Hernández A. (Ed.), *Tratado de Nutrición Tomo I: Bases fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición*, Acción Medica, Madrid (2005), pp. 997–1036.
- Navas-Acient A., Bleys J., Guallar E. (2008). Selenium intake and cardiovascular risk: what is new? *Curr. Opin. Lipidol.*, 19: 43–49.
- Pilarczyk B., Balicka-Ramisz A., Mituniewicz-Małek A., Ramisz A., Sablik P., Dmytrów I. (2009). Selengehalte in Blutserum, in der Kuhmilch und in ihren Produkten in Westpommern. *Tierärztl. Umschau*, 64: 327–331.
- Pilarczyk B., Tomza-Marciniak A., Mituniewicz-Małek A., Wieczorek M., Pilarczyk R., Wójcik J., Balicka-Ramisz A., Bakowska M., Dmytrów I. (2010). Selenium content in selected products of animal origin and estimation of the degree of cover daily Se requirement in Poland. *Inter. J. Food Sci. Technol.*, 45: 186–191.
- Rayman M.P., Goenaga H., Sargent M. (2008). Food chain selenium and human health: spotlight on speciation. *Br. J. Nutr.*, 100: 238–253.
- Shortt C.T., Duthie G.C., Robertson J.D., Morrice P.C., Nicol F., Arthur J.R. (1997). Selenium status of a group of Scottish adults. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 51: 400–404.
- Sunde R.A. (2006). Selenium. In: *Present Knowledge in Nutrition*. Bowman B., Ryssell R. (Eds). 9th Ed. Washington D.C; International Life Science Institute, pp. 480–497.

- Sunde R.A. (2012). Selenium. In: Modern Nutrition in Health and Disease. Ross A.G., Caballero B., Cousins R.J., Tucker K.L., Ziegler T.R. (Eds). 11 ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, pp. 225–37.
- U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans (2010). 7th Edition. Washington.
- Van Cauwenbergh R.V., Robberecht H., Van Vlaslaer V. (2004). Comparison of the serum selenium content of healthy adults living in the Antwerp region (Belgium) with recent literature data. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 18: 99–112.
- Wei W.G., Abnet C.C., Qiao Y.L., Dawsey S.M., Dong Z.W., Sun X.D. (2004). Prospective study of serum selenium concentrations and esophageal and gastric cardia cancer, heart disease, stroke and total death. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79: 80–85.
- Wiewióra W., Brzóska F., Brzóska B., Pietras M. (2004). Iodine and selenium concentration in cow's milk and plasma and its relations to milk yield, mineral content and selected metabolic parameters. *Ann. Anim. Sci.*, 4 (1): 79–90.

Zatwierdzono do druku 7 VIII 2018

FRANCISZEK BRZÓSKA, BOGDAN ŚLIWIŃSKI, MARIUSZ PIETRAS

Selenium content in consumer milk in Poland

SUMMARY

The aim of the study was to determine selenium content of consumer milk in Poland. Samples for analyses were collected in three periods (spring, summer and autumn) from large-format food stores located in 16 cities of Poland. The milk samples originated from the 13 largest manufacturers of consumer milk. The study material consisted of UHT pasteurized milk with extended shelf life. In each store, 5 to 6 1-litre containers of milk with 0.5 to 3.2% fat were randomly chosen and purchased. A total of 95 milk samples were gathered, including 3 samples of milk from the European Union, one of which came from France. The results were reported according to location of purchase and milk producer (dairy cooperative/dairy company). The average milk selenium content was 9.01 ± 2.26 $\mu\text{g/litre}$ (range from 4.67 to 16.60 $\mu\text{g/litre}$). The highest selenium content was observed in the milk samples from Poznań (11.10 ± 1.64 $\mu\text{g/litre}$) and the lowest in the milk samples from Kielce (6.93 ± 1.97 $\mu\text{g/litre}$). In the Polish milk, selenium content was highest in 1 milk sample from the Dairy Cooperative in Krasnystaw (14.4 ± 0.0 $\mu\text{g/litre}$). The highest selenium content was found in 3 samples of milk from France and unidentified European Union countries (14.4 ± 2.81 $\mu\text{g/litre}$). Selenium content in the milk from 46 samples originating from the largest milk producers (Dairy Cooperative MLEKPOL in Grajewo and Dairy Cooperative MLEKOVITA in Wysokie Mazowieckie) was 7.6 ± 1.19 and 8.3 ± 0.90 $\mu\text{g/litre}$, respectively.

Key words: selenium, consumer milk, Poland, region, milk manufacturer