

OBVYKLÝ PŘÍVOD A DIETÁRNÍ ZDROJE SELENU V ČESKÉ POPULACI

STANDARD INTAKE AND DIETARY SOURCES OF SELENIUM IN THE CZECH POPULATION

ZLATA KAPOUNOVÁ, JITKA BLAHOVÁ, MARCELA DOFKOVÁ, JIŘÍ RUPRICH,
IRENA ŘEHŮRKOVÁ

Státní zdravotní ústav, Centrum zdraví, výživy a potravin, Praha

SOUHRN

Selen, který tvoří významnou komponentu řady enzymů, je pro lidský organizmus esenciálním prvkem. Jeho nedostatečný příjem má vliv na funkčnost prakticky všech tkání. Cílem naší práce bylo stanovit distribuci obvyklého přívodu selenu stravou, porovnat zjištěné hodnoty s výživovými doporučeními a stanovit nejvýznamnější expoziční zdroje selenu v české dietě. K tomuto účelu byla využita aktuální data o obsahu selenu v potravinách (2010/2011), která byla čerpána z výsledků projektu sledování dietární expozice realizovaného v rámci programu Monitoringu zdraví a životního prostředí. Údaje o spotřebě potravin byly pořízeny v národní Studii individuální spotřeby potravin (SISP 04) uskutečněné v letech 2003–2004 na reprezentativním vzorku populace České republiky (2590 mužů a žen ve věku 4–90 let). Pro každou osobu ve výběru byl vypočten aktuální příjem selenu a následně byla určena distribuce obvyklého přívodu v definovaných skupinách populace. Z výsledků vyplynulo, že ve skupinách dětí (4–14 let), dospívajících a dospělých mužů (15–59 let) se jeví příjem selenu stravou u většiny osob jako dostatečný. Naopak nejvíce rizikovými skupinami z hlediska nízkého přívodu selenu byly dospívající dívky (15–17 let), dospělé ženy (≥ 18 let) a starší muži (věk 60 let a více). Přibližně u 60 % dospívajících žen a 75 % dospělých žen neodpovídal zjištěný příjem selenu doporučeným hodnotám. Dietární zdroje selenu se lišily v závislosti na věku a pohlaví, obecně však převažovaly zdroje živočišné, které tvořily přibližně 70 % z celkového přívodu. Vyšší příjem selenu běžnou stravou by bylo možné zajistit především vyšší konzumací mořských ryb a rybích výrobků, které představují bohatý a v naší populaci stále v nízké míře přijímaný zdroj selenu.

Klíčová slova: selen, dietární expozice, Česká republika

SUMMARY

Selenium is an essential element and component of many enzymes in the human organism. Deficiency can affect the function of virtually all tissues. The main objective of this article is to present the distribution of usual selenium intake in the Czech population, to compare the obtained values with available dietary recommendations and to determine the most important dietary sources of selenium. For this purpose current analytical data (2010/2011) on the selenium content in foodstuffs from the project of Environmental health monitoring in the Czech Republic and data on food consumption originated from the national survey SISP 04 (Study of individual food consumption) were used. SISP 04 was carried out between 2003–2004 on a representative sample of the Czech population (2,590 men and women aged 4–90 years). Actual intake of selenium was calculated for each subject in the sample and subsequently usual intake distributions were estimated in defined population subgroups. The results indicated that selenium intake appears to be sufficient in groups of children (4–14 years) and young and adult men (15–59 years). Population groups with increased risk of low selenium intake were identified as teenage girls (15–17 years), adult women (≥ 18 years) and elderly men (60 years and over). Approximately 60% of teenage girls and 75% of adult women did not meet the intake recommendations for selenium. Dietary sources of selenium varied depending on age and gender, but generally animal sources prevailed, accounting for approximately 70% of the total intake. Higher consumption of fish and fish products, as a rich source of selenium, can be recommended to increase selenium intake from natural sources, especially when its consumption in our population is still very low.

Key words: selenium, dietary exposure, Czech Republic

Úvod

Selen je pro lidský organizmus esenciálním prvkem, který se vyznačuje poměrně úzkým rozmezím mezi benefickým a toxickým účinkem. Dlouhodobě nedostatečná saturace selenem je spojena s poruchami z deficitu, například u Keshanské choroby (kardiomyopatie) a Kaschin-Beckovy choroby (osteopropatie), při přívodu selenu nižším než 10 $\mu\text{g}/\text{osobu}/\text{den}$. Deficit selenu se může spolupodílet také na výskytu endemické hypothyreózy. Vysoké expoziční dávky selenu působí naopak toxicky. Znamky chronické intoxikace (selenózy)

byly pozorovány u dospělých při přívodu selenu vyšším než 800 $\mu\text{g}/\text{osobu}/\text{den}$ (1). Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) stanovil jako horní hranici tolerovatelného přívodu selenu z potravy a doplňků stravy 300 $\mu\text{g}/\text{osobu}/\text{den}$ (2). Selen se v organismu uplatňuje jako součást mnoha enzymů zejména v antioxidačních procesech (glutathionperoxidáza, selenoproteiny), při aktivaci hormonu štítné žlázy (jódtyronindejodáza), při redukci disulfidických můstků různých biomolekul v procesech proliferace a diferenciace buněk (thioredoxinreduktáza), nově se poukazuje také na antikarcinogenní účinky selenu, studována je i souvislost nízkých

hladin selenu s kardiovaskulárními onemocněními (1, 3). EFSA schválila tvrzení pro selen uváděná na potravinách a doplňcích stravy, ve kterých je selen oficiálně uznána ochranná funkce proti oxidačnímu poškození DNA, bílkovin a tuků a schválena jsou také tvrzení o vlivu selenu na podporu normální funkce štítné žlázy, imunitního systému, tvorbu spermií a k udržení normálního stavu vlasů a nehtů (4).

Hlavním zdrojem selenu pro člověka jsou potraviny, z nichž je přijímán nejčastěji ve formě selenomethioninu, jako součást rostlinných a živočišných bílkovin. Obsah selenu v potravinách může kolísat v závislosti na jeho množství v půdě nebo na míře suplementace potravin a krmiv. ČR patří mezi oblasti s tradičně nízkým obsahem selenu v půdě, který se pohybuje v rozmezí 0,14–1,65 mg/kg, s průměrným obsahem v hnojených zemědělských půdách 0,4 mg/kg (5). Odhad denního příjmu selenu na základě exkrece močí naznačoval velmi nízké hodnoty v podmínkách ČR (6). Dle WHO (2004) je za adekvátní množství, potřebné pro dosažení uspokojivé hladiny plazmatického selenu a dvoutřetinového nasycení aktivity glutathionperoxidázy, považován denní přívod v hodnotě 27 µg/den u 65 kg vážícího muže a 20 µg/den u 55 kg vážící ženy ve věku 19–65 let (= average normative requirements for selenium) (3). Z uvedených hodnot byl následně odvozen doporučený denní přívod RNI (Recommended Nutrient Intake) pro muže v hodnotě 34 µg/osobu/den a pro ženy v hodnotě 26 µg/osobu/den (3). Referenční hodnoty pro příjem živin v německy mluvících zemích (DACH – Německo, Rakousko, Švýcarsko) uvádějí jako průměrný příjem selenu 30–70 µg/osobu/den u dospělé populace (1). Evropské doporučení z roku 1993 udává pro muže a ženy starší 18 let hodnotu PRI (Population Reference Intake) ve výši 55 µg/osobu/den, dále AR (Average Requirement) ve výši 40 µg/osobu/den a LTI (Lowest Threshold Intake) ve výši 20 µg/osobu/den (7). Americká referenční hodnota RDA (Recommended Dietary Allowance) pro přívod selenu u dospělých byla stanovena na 55 µg/osobu/den a referenční hodnota EAR (Estimated Average Requirement) na 45 µg/osobu/den (8). V uvedených doporučeních lze nalézt i odvozené hodnoty pro věkové kategorie dětí. České výživové doporučené dávky pro přívod selenu nejsou k dispozici.

Centrum zdraví, výživy a potravin SZÚ v rámci „Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí“ provádí od roku 1994 sledování dietární expozice. Tento systematický program umožňuje zhodnotit přívod selenu v populaci s využitím aktuálních analytických dat o obsahu selenu v potravinách. Na základě výsledků je možné identifikovat populační skupiny v riziku deficitu. Získané poznatky lze následně využít i při formulování výživových doporučení nebo při plánování preventivně-intervenčních programů.

Príspevek podává přehled o přívodu selenu v různých populačních skupinách v ČR, hodnotí jeho adekvátnost ve srovnání s výživovými doporučeními a uvádí nejvýznamnější zdroje přívodu selenu běžnou stravou.

pinách, pocházejí z národní Studie individuální spotřeby potravin (SISP) realizované Centrem zdraví, výživy a potravin SZÚ v letech 2003–2004 (9). Sběr dat se uskutečnil prostřednictvím metody opakovaného 24hodinového recallu (2 nezávislé dny). Studie byla realizována na reprezentativním vzorku populace ČR, celkový počet účastníků byl 2590 mužů a žen ve věku od 4 do 90 let. Sběr dat byl naplánován na celý rok, aby se vyloučil případný vliv sezónnosti ve spotřebě některých potravin. Spotřeba potravin byla následně popsána pro deset skupin populace (dětí 4–6 let, dětí 7–10 let, chlapci 11–14 let, dívky 11–14 let, muži 15–17 let, ženy 15–17 let, muži 18–59 let, ženy 18–59 let, muži 60 a více let, ženy 60 a více let).

Data o obsahu selenu v potravinách byla čerpána z výsledků subsystému IV Dietární expozice organizované v rámci programu Monitoring zdraví a životního prostředí a pocházela z let 2010–2011 (10). Vzorky potravin pro analýzu byly pořízeny nákupem v tržní síti. Během dvouletého monitorovacího cyklu byly vzorky odbírány v 96 různých prodejnách, na 48 místech republiky, v 8 časových obdobích tak, aby byl zahrnut očekávaný vliv velikosti sídelních míst, typu prodejen i možných sezónních změn v zásobování potravinami. Systém vzorkování potravin je dostatečně reprezentativní pro obvyklou stravu populace v ČR (výběr druhů potravin reprezentuje přes 95 % hmotnosti diety). Nakoupené potraviny byly následně standardně kulinárně upraveny, zkombinovány do 143 různých kompozitních vzorků a analyzovány na obsah vybraných chemických látek. Selen byl stanovován metodou AAS (atomová absorpční spektrometrie), meze stanovitelnosti použité analytické metody se pohybovaly v rozmezí od 0,4 do 8,0 µg/kg v závislosti na povaze matrice.

Pro všechny osoby ve výběrovém souboru byl na základě výše uvedených údajů o spotřebě potravin a analytických hodnot o obsahu selenu v potravinách vypočten aktuální denní přívod selenu. Cílem dalšího kroku bylo stanovit distribuci obvyklého přívodu selenu v jednotlivých populačních skupinách. Obvyklý přívod („usual intake“) vyjadřuje teoretickou hodnotu odhadovaného přívodu dané složky potravy při její dlouhodobé každodenní expozici stravou a vystihuje tedy lépe skutečnou dlouhodobou hodnotu přívodu nutrientu. V případě krátkodobých šetření spotřeby potravin jej lze stanovit na základě statistického modelování, kdy je třeba odstranit vliv intra-individuální variability tak, aby výsledná distribuce přívodu nutrientu odrážela pouze inter-individuální variabilitu (8). Pro zjištění obvyklého přívodu selenu jsme v našem případě využili statistickou aplikaci MSM (Multiple Source Method), která byla za tímto účelem vyvinuta v rámci mezinárodního projektu EFCOVAL (11).

Zjištěné hodnoty obvyklého přívodu selenu byly porovnány s výživovými doporučeními dávkami pro sledované věkové skupiny. Z dostupných referenčních hodnot byly zvoleny ty, které jsou vhodné pro hodnocení adekvátnosti přívodu na úrovni populačních skupin. Využito bylo zejména americké doporučení EAR (USA, 2006) (8). Toto doporučení je definováno jako hodnota průměrného denního přívodu nutrientu, která naplňuje požadavky poloviny zdravých jedinců příslušné věkové skupiny a pohlaví. Dále bylo využito také obdobné evropské doporučení AR (EU, 1993) a případně LTI

Metodika

Data o spotřebě potravin, která byla využita pro stanovení přívodu selenu ve vybraných populačních sku-

(EU, 1993) (7). Tyto jsou však stanoveny pouze pro dospělé osoby. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) dále uvádí i horní hranici tolerovatelného přívodu UL (Upper Limit; EFSA, 2006) (2) definovanou pro všechny věkové kategorie včetně dětí.

Posouzení podílu osob s neadekvátním přívodem selenu v dané populační skupině bylo provedeno tzv. „EAR cut-point“ metodou (8). Tato metoda je zjednodušením obecnějšího pravděpodobnostního přístupu a vychází z teoretického předpokladu, že podíl osob s přívodem nutrientu nižším než EAR, odpovídá přibližně podílu osob s neadekvátním přívodem nutrientu v dané populační skupině.

Na základě zjištěných výsledků byly také určeny nejvýznamnější potravinové a expoziční zdroje selenu ve stravě v definovaných skupinách populace ČR.

Výsledky

Odhad distribuce obvyklého přívodu selenu pro jednotlivé věkové kategorie je zobrazen v tabulce 1. Střední hodnota přívodu (p50) se pohybovala v rozsahu 34–37 µg/den u dětí (4–10 let), 36–43 µg/den u žen (11–90 let) a 47–59 µg/den u mužů (11–90 let). Výsledné hodnoty nezahrnovaly přívod z doplňků stravy. Muži měli vyšší přívod selenu než ženy ve všech věkových kategoriích. Nejnižší hodnoty přívodu selenu (pokud neuvažujeme děti) byly pozorovány u žen ve věkové kategorii 18–59 let a u žen ve věku 60 a více let (38 a 36 µg/den). Muži ve věku 15–17 a 18–59 let vykazovali naopak nejvyšší hodnoty obvyklého přívodu selenu (59 a 58 µg/den).

Prevalence nedostatečného přívodu selenu se zvyšovala s věkem, a to u obou pohlaví. Vyšší podíl osob s ne-

adekvátním přívodem byl zjištěn u žen. Přibližně 60 % dospívajících žen (15–17 let) a 75 % dospělých a starších žen nemělo přívod selenu odpovídající danému doporučení EAR. U mužů se nižší přívod selenu (pod hranicí doporučení EAR) týkal více než třetiny (37 %) osob ve věkové kategorii 60 a více let. Porovnáme-li zjištěný obvyklý přívod selenu s doporučením AR, jsou výsledky poněkud příznivější, přesto však více než polovina dospělých žen (57–61 %) toto doporučení nenaplní. Pod hranicí minimálního doporučeného přívodu (LTI) se nacházelo 1 % žen ve věku od 18 do 59 let a 3 % žen ve věku 60 a více let. Limit stanovený jako horní hranice tolerovatelného přívodu (UL) nebyl v populaci překročen v žádné ze sledovaných skupin.

Tabulka 2 zobrazuje nejvýznamnější zdroje selenu na základě průměrné koncentrace v definovaných skupinách potravin na jednotku jedlého podílu. Mezi nejbohatší zdroje selenu se řadily zejména ryby a rybí výrobky (průměrná hodnota: 297 µg/kg), vejce (224 µg/kg), maso a droby (171 µg/kg), drůbež a drůbeží výrobky (142 µg/kg), více než 100 µg/kg bylo zjištěno také v sýrech (112 µg/kg). Jednalo se tedy o potraviny živočišného původu. Z potravin rostlinného původu se nejbohatším zdrojem selenu na základě zjištěné koncentrace ukázalo být pečivo (46 µg/kg).

Pokud se týká jednotlivých analyzovaných komodit, k potravinám s nejvyšším obsahem selenu patřily čocika (582 µg/kg), vepřová játra (535 µg/kg), rybí konzervy (418 µg/kg), ryby uzené (356 µg/kg), drůbeží droby (314 µg/kg), vejce slepičí (235 µg/kg), salám jatrový (222 µg/kg), mořské ryby (190 µg/kg), ryby marinované (167 µg/kg) a sýr tvrdý eidamského typu (164 µg/kg). Uvedené hodnoty jsou vyjádřeny na úrovni „jak nakupováno“ a představují průměrnou hodnotu obsahu selenu

Tab. 1: Obvyklý přívod selenu podle věku a pohlaví, srovnání s doporučeními

SELEN µg/d	4–6 let	7–10 let	11–14 let		15–17 let		18–59 let		≥ 60 let	
	n = 182	n = 311	muži n = 54	ženy n = 55	muži n = 55	ženy n = 55	muži n = 711	ženy n = 746	muži n = 166	ženy n = 255
P5	27	26	35	33	42	24	38	24	25	21
P25	30	32	42	37	49	32	50	32	42	30
P50	34	37	47	43	59	41	58	38	49	36
P75	37	45	55	49	75	48	68	45	60	46
P95	43	55	68	59	111	66	83	56	81	62
EAR (µg/d)	23 ¹	23 ¹ 35 ²	35 ²	35 ²	45 ³	45 ³	45 ³	45 ³	45 ³	45 ³
% < EAR	0,5	1 38	6	11	9	62	13	75	37	74
AR (µg/d)	–	–	–	–	–	–	40	40	40	40
% < AR	–	–	–	–	–	–	6	57	21	61
LTI (µg/d)	–	–	–	–	–	–	20	20	20	20
% < LTI	–	–	–	–	–	–	0	1	0	3
UL (µg/d)	90	130	200	200	250	250	300	300	300	300
% > UL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EAR (USDA, USA) – Estimated Average Requirement, AR (SCF, EU) – Average Requirement, LTI (SCF, EU) – Lowest Threshold Intake, UL (EFSA, EU) – Upper Limit.

¹EAR 4–8 let

²EAR 9–13 let

³EAR 14 ≥ let

Tab. 2: Základní skupiny potravin podle obsahu selenu v µg/kg jedlého podílu

Skupiny potravin	Počet vzorků	% vzorků nad LoQ	Avg µg/kg	SD µg/kg
Ryby a rybí výrobky	39	100	297,06	171,70
Vejce a výrobky z vajec	15	95	223,75	92,79
Maso a droby	47	100	170,88	153,46
Drůbež a drůbeží výrobky	40	100	142,17	79,67
Sýry	39	100	112,09	42,11
Masné výrobky (mimo konzerv)	103	100	99,26	47,32
Masové a drůbeží konzervy	8	100	91,44	28,85
Pečivo	36	100	45,57	25,64
Ostatní potraviny	42	93	37,92	36,97
Mléčné výrobky (mimo sýry, máslo)	42	100	34,36	31,85
Polotovary a hotová jídla	12	100	31,47	19,84
Cukr a cukrovinky	31	88	27,80	11,13
Ovoce	29	38	25,20	45,80
Mléko	16	100	23,81	6,68
Tuky	186	48	21,99	14,59
Zelenina	72	68	15,51	34,95
Nápoje	25	34	1,32	0,95

LoQ – mezí stanovitelnosti analytické metody, Avg – aritmetický průměr \bar{x} hodnot nad LoQ, SD – směrodatná odchylka

Tab. 3: Čtyři nejvýznamnější expoziční zdroje selenu pro jednotlivé populační skupiny (v % z celkového přívodu)

Věková skupina	Nejvýznamnější expoziční zdroje Se	% z celkového přívodu	Věková skupina	Nejvýznamnější expoziční zdroje Se	% z celkového přívodu
Děti 4–6 let	Mléko	17,0	Děti 7–10 let	Mléko	12,3
	Pečivo	11,1		Maso a droby	11,5
	Drůbež a drůb. výrobky	10,5		Pečivo	11,3
	Maso a droby	10,0		Drůbež a drůb. výrobky	10,6
	Σ	48,6		Σ	45,7
Muži 11–14 let	Maso a droby	12,4	Ženy 11–14 let	Drůbež a drůb. výrobky	15,0
	Pečivo	12,0		Maso a droby	11,2
	Vejce	11,9		Vejce	10,7
	Masné výrobky ¹	11,3		Mléko	10,3
	Σ	47,6		Σ	47,2
Muži 15–17 let	Drůbež a drůb. výrobky	13,7	Ženy 15–17 let	Vejce	12,6
	Pečivo	12,4		Drůbež a drůb. výrobky	11,8
	Masné výrobky ¹	12,2		Sýry	11,5
	Maso a droby	11,5		Maso a droby	10,7
	Σ	49,8		Σ	46,6
Muži 18–59 let	Masné výrobky ¹	15,5	Ženy 18–59 let	Drůbež a drůb. výrobky	13,4
	Maso a droby	15,3		Maso a droby	13,1
	Pečivo	11,6		Vejce	11,4
	Drůbež a drůb. výrobky	10,9		Pečivo	10,2
	Σ	53,3		Σ	48,1
Muži ≥ 60 let	Maso a droby	16,6	Ženy ≥ 60 let	Drůbež a drůb. výrobky	13,0
	Masné výrobky ¹	14,2		Vejce	12,4
	Vejce	11,9		Maso a droby	12,3
	Pečivo	11,9		Pečivo	12,1
	Σ	54,9		Σ	49,8

¹mimo konzerv

zjištěnou pro danou potravinu. Podrobný popis složení analyzovaných vzorků potravin je k dispozici v odborné zprávě projektu IV Monitoringu (10).

Tabulka 3 zobrazuje hlavní expoziční zdroje selenu ve stravě. Z tabulky vyplývají zřejmé rozdíly ve zdrojích selenu, které jsou závislé na věku i pohlaví. U nejmladší kategorie dětí ≤ 10 let bylo hlavním zdrojem selenu mléko, s přibývajícím věkem u mužů převažovalo maso a droby, masné výrobky a pečivo. U žen byly hlavními zdroji selenu drůbež a drůbeží výrobky, maso a droby, vejce a pečivo. Pro všechny populační skupiny platila nízká konzumace ryb a rybích výrobků. Ačkoliv se muži a ženy mírně lišili ve zdrojích selenu ve stravě, u obou skupin převažovaly zdroje živočišného původu.

Diskuse

Výsledky neprokázaly, že by byl selen v populaci přijímán v extrémně nízkých ($< \text{LTI}$) či v nadměrně vysokých ($> \text{UL}$), zdraví nebezpečných dávkách. Výjimkou byly dospělé ženy, kde byl přívod selenu pod doporučenou minimální hranici LTI pozorován u 1,8 % osob. Také obvyklý přívod selenu vyjádřený na průměrnou osobu v populaci ČR (tělesná hmotnost ~ 64 kg) činil $46 \mu\text{g/osobu za den}$ (tj. $0,72 \mu\text{g/kg t.hm./den}$), což naplňuje dle WHO požadované množství pro pokrytí denní potřeby selenu v hodnotě $27 \mu\text{g/den}$ i doporučený denní přívod (RNI) v hodnotě $34 \mu\text{g/den}$ u 65 kg vážící osoby. Zjištěný nízký počet osob v populaci vystavených riziku deficitu selenu odpovídá také závěrům biologického monitoringu z let 2005–2009, ve kterém nebyl v tomto období u žádné ze sledovaných dospělých osob nalezen obsah selenu v krvi, který by signalizoval případnou deficienci (tj. $< 60 \mu\text{g Se/l krve}$) (12). Střední hodnota (medián) obsahu selenu u dospělých se pohybovala na úrovni $109 \mu\text{g/l krve}$ v r. 2009 (12) a u dětí na úrovni $84 \mu\text{g/l krve}$ v r. 2008 (13).

Vývoj dietární expozice selenu podle modelu doporučených dávek potravin ukazuje již od r. 1994 dlouhodobý mírný růst v přívodu selenu napříč populačními skupinami, který je dán zvyšujícím se obsahem selenu v potravinách (10). Tento trend koresponduje se zvyšujícími se hodnotami selenu v plné krvi u dospělé populace, kdy koncentrace selenu odpovídaly v letech 1997, 1999, 2001, 2005, 2007 a 2009 hodnotám mediánu 70, 79, 92, 111, 106 a $109 \mu\text{g Se/l krve}$ (12, 14). Ačkoliv tyto hodnoty neodpovídají optimální saturaci ($125\text{--}175 \mu\text{g Se/l krve}$) (12, 13), nejedná se současně o hodnoty na úrovni deficitu.

Na základě provedeného šetření lze tedy předpokládat, že naše populace netrpí vážným nedostatkem v přívodu selenu. Přesto se v populaci vyskytuje část jedinců, u nichž je přívod selenu nižší než by odpovídalo optimu. Tento problém se týká nemalého procenta především dívek a žen starších 15 let. Dané zjištění vyplynulo ze srovnání obvyklého přívodu, s odpovídajícími hodnotami doporučení EAR a AR. Hodnoty EAR byly u dospělé populace odvozeny na základě kritéria pro dosažení maximální aktivity plazmatické glutathionperoxidázy (hodnocené jako dosažení plató koncentrace plazmatických selenoproteinů) (8). Na stejném principu jsou odvozeny také hodnoty AR (7). Posouzení a definování dostatečného nebo optimálního přívodu není jedno-

duché jednak proto, že jsou dnes známy i další esenciální proteiny obsahující selenocystein (biologicky aktivní forma), ale také proto, že aktivita různých glutathionperoxidáz je rozdílná a závislá na využitelnosti selenu, respektive jeho resorbované chemické formě. Tudíž i jejich maximální aktivity mohou být dosaženy při různých koncentracích selenu v plazmě (1).

Námi pozorované hodnoty v přívodu selenu v populaci odpovídají situaci zjištěné i v jiných evropských zemích. Jsou srovnatelné například s výsledky Národní studie spotřeby potravin z Nizozemí využívající identický postup pro hodnocení obvyklého přívodu (15). Obvyklý přívod selenu u nizozemských mužů (7–69 let) se pohyboval v rozsahu $31\text{--}54 \mu\text{g/den}$ (vs. čeští muži (11–90 let): $47\text{--}59 \mu\text{g Se/den}$) a nizozemských žen (7–69 let) se pohyboval v rozsahu $30\text{--}42 \mu\text{g/den}$ (vs. české ženy (11–90 let): $36\text{--}43 \mu\text{g Se/den}$). Odhad prevalence neadekvátního přívodu ($\% < \text{EAR}$) byl u nizozemských žen (≥ 14 let) na úrovni $60\text{--}78 \%$ a u českých žen (≥ 15 let) byl obdobně na úrovni $60\text{--}75 \%$. Odhad prevalence neadekvátního přívodu ($\% < \text{EAR}$) u nizozemských mužů (≥ 14 let) byl na úrovni $24\text{--}49 \%$, zatímco u českých mužů (≥ 15 let) byl na úrovni $9\text{--}37 \%$. Nižší celkový denní přívod selenu stravou byl prokázán také u slovenských žen ($32,6 \pm 6,6 \mu\text{g/den}$) ve srovnání s muži ($43,3 \pm 6,5 \mu\text{g/den}$) (16).

Je logické, že ženy mohou mít ve srovnání s muži obecně nižší přívod některých nutrientů, který vyplývá z nižšího množství zkonsumované stravy. U žen se pak rozdíl mezi přívodem a doporučením projevuje výrazněji, vzhledem ke společné referenční hodnotě, která je odvozena od specifických nutričních požadavků věkově shodné populace. Nižší přívod selenu stravou vzhledem ke stanovenému doporučení však nemusí vést vždy k nižším hladinám selenu v krvi, stejně jako v případě deficitu selenu nemusí dojít k rozvinutí zjevných příznaků, jedná-li se o jinak dobře živěné jedince (8). Kromě biologických homeostatických mechanismů (intestinální absorpce Se, urinární exkrece Se, endogenní syntéza biologicky aktivního Se-Cys aj.) se na výsledném stavu selenu v organismu mohou podílet i další vlivy. Nižší hladiny selenu byly zjištěny u kuřáků (14, 17) nebo v případě některých onemocnění (infekce, onkologická a kardiovaskulární onemocnění) (18).

I přes dokumentovaný nižší přívod selenu u žen se základní expoziční zdroje selenu u obou pohlaví příliš nelišily a zahrnovaly především živočišné zdroje. Potraviny živočišného původu se na denním přívodu selenu ve sledované populaci podílely 72% ve srovnání s rostlinnými zdroji. Nižší přívod selenu proto může individuálně postihovat jedince, kteří ze své stravy vylučují živočišné zdroje (např. vegani, lakto-ovo-vegetariáni), což potvrdily i některé studie hodnotící status selenu u vegetariánů (19). Kromě této skupiny jsou nižším přívodem ohroženi také jedinci s nízkoenergetickou a nízkobílkovinnou dietou, těhotné a kojící ženy, hospitalizovaní pacienti a starší osoby (1, 6, 16, 18). Klesající přívod selenu u starší populace dokládají také naše výsledky.

Východiskem pro zvýšení dietárního přívodu selenu v populaci by mohla být vyšší konzumace především mořských ryb a rybích výrobků, které jsou bohatým zdrojem selenu. Takové opatření by bylo přínosné i vzhledem k příznivému složení polynenasycených mastných kyselin a vysokému obsahu jódu v rybím mase. Konzu-

mace mořských ryb je v naší populaci všeobecně nízká a nedosahuje zřejmě ani doporučených minimálně dvou porcí týdně. Při výběru ryb je však žádoucí brát ohled i na obsah metyl-rtuti v maso a raději preferovat druhy, u kterých nedochází k tak významné kumulaci. Ženám, které plánují těhotenství, těhotným a kojícím se v důsledku možné kontaminace rtutí nedoporučuje konzumovat zejména maso velkých mořských ryb jako je žralok nebo mečoun, ale také maso velkých sladkovodních dravých ryb jako štika, candát nebo bolen (20). Další možnost, jak zvýšit příjem selenu stravou, spočívá v obohacování krmných směsí prasat a drůbeže například Se-*kvasicemi* pro zvýšení obsahu selenu v maso zvířat a ve slepičích vejcích. Výživa zvířat založená na používání aditiv na bázi kvasnic s vyšším obsahem selenu vede ke zvýšení tohoto prvku v živočišných produktech až o 20 µg na 100 g porce (21). Takový přístup však není tak jednoduchý, jak by se mohlo na první pohled zdát, vzhledem k riziku nekontrolovaného kolísání příjmu selenu v důsledku vysoké variability ve stejných typech potravinářských výrobků. Akceptovatelný by byl pouze tehdy, pokud by hospodářská zvířata dostávala optimální množství doporučené pro jejich zdraví a snížil se tak možný podíl potravin živočišného původu s nízkým obsahem selenu.

Předností provedení šetření je použití dat, která se opírají o aktuálně laboratorně naměřené koncentrace selenu v potravinách a individuální data o spotřebě potravin pořízená na reprezentativním vzorku ČR metodou opakovaného 24hodinového recallu. Možné nejistoty hodnocení obvyklého příjmu mohou vyplývat z delšího časového intervalu, který uběhl od roku 2003–2004, kdy byla studie SISP 04 realizována. Dalším faktorem, se kterým je třeba počítat, je ve skutečnosti pravděpodobně mírně vyšší příjem selenu vzhledem k tomu, že potraviny zahrnuté do laboratorní analýzy reprezentovaly pouze 95 % hmotnosti stravy a nebyly tedy zahrnuty některé minoritní potraviny, které však mohou být také dietárním zdrojem selenu.

Závěr

Na základě zjištěných výsledků lze předpokládat, že naše populace netrpí vážným nedostatkem v příjmu selenu. Avšak při srovnání s doporučeními je příjem selenu v některých skupinách populace nižší než by odpovídalo optimálním hodnotám. Tato skutečnost byla pozorována zejména u dospívajících dívek (15–17 let) a dospělých žen (≥ 18 let), zatímco v případě mužů byl podíl osob s nižším příjmem selenu významně menší. Pokud se týká zdrojů ve stravě, jsou patrné rozdíly mezi dětmi a dospělými. Pro děti (do 10 let věku) je nejvýznamnějším zdrojem selenu mléko. V případě dospělých osob byly u mužů i žen zaznamenány v zásadě podobné zdroje příjmu selenu ve stravě, přitom největší význam mělo maso a masné výrobky. Možným východiskem pro zvýšení dietárního příjmu selenu nejen u žen by bylo zvýšení konzumace především mořských ryb a rybích výrobků, jakožto bohatého zdroje selenu. Takové opatření by přineslo i další benefit pro zdraví s ohledem na příznivé složení mastných kyselin a vysoký obsah jódu v rybím masu.

Použité zkratky

AAS – Atomová absorpční spektrometrie

AR (EU) – Average Requirement – hodnota příjmu nutrientu, která je dostatečná pro polovinu jedinců v populační skupině, za předpokladu normálního rozložení potřeby nutrientu

DACH – referenční hodnoty pro příjem živin v německých mluvících zemích (Německo, Rakousko, Švýcarsko)

EAR (USA) – Estimated Average Requirement – hodnota průměrného denního příjmu nutrientu, která naplňuje požadavky poloviny zdravých jedinců (50 %) příslušné věkové skupiny a pohlaví

EFSA – European Food Safety Authority – Evropský úřad pro bezpečnost potravin

LTi (EU) – Lowest Threshold Intake – při příjmu nižším než je LTi, není na základě současných znalostí u většiny jedinců pravděpodobné udržení metabolické integrity podle kritérií zvolených pro jednotlivé živiny

PRi (EU) – Population Reference Intake – dávka, která pokryje potřebu nutrientu prakticky u většiny (97–98 %) zdravých osob v populaci

RDA (USA) – Recommended Dietary Allowance – odhadovaná hodnota průměrného denního příjmu nutrientu, která je dostatečná pro pokrytí potřeb téměř všech (97–98 %) zdravých jedinců příslušných věkových skupin a pohlaví.

RNI (WHO) – Recommended Nutrient Intake – doporučený denní příjem nutrientu

SISP – Studie individuální spotřeby potravin

UL (EFSA) – Upper Limit – nejvyšší průměrný denní příjem nutrientu, který pravděpodobně nepředstavuje riziko vedlejších účinků u většiny jedinců v běžné populaci. Příjem vyšší, než je UL, může zvyšovat potenciální riziko vedlejších účinků

WHO – World Health Organization – Světová zdravotnická organizace

LITERATURA

1. German Nutrition Society. Referenční hodnoty pro příjem živin. Praha: Společnost pro výživu; 2011.
2. European Food Safety Authority. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals [Internet]. Parma: EFSA; 2006 [cited 2013 Mar 18]. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/en/ndatopics/docs/ndatolerableuil.pdf>.
3. World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations. Vitamin and mineral requirements in human nutrition [Internet]. 2nd ed. Geneva: WHO; 2004 [cited 2013 Mar 18]. Available from: <http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241546123/en/>.
4. European Food Safety Authority. Scientific opinion on the substantiation of health claims related to selenium and protection of DNA, proteins and lipids from oxidative damage (ID 277, 283, 286, 1289, 1290, 1291, 1293, 1751), function of the immune system (ID 278), thyroid function (ID 279, 282, 286, 1289, 1290, 1291, 1293), function of the heart and blood vessels (ID 280), prostate function (ID 284), cognitive function (ID 285) and spermatogenesis (ID 396) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA J [Internet]. 2009 [cited 2013 Mar 18];7(9):1220. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1220.pdf>.
5. Urbánková E, Niedobová E. Stanovení selenu ve vzorcích půd. Bull Nár Ref Lab [Internet]. 2011 [cit. 18. března 2013];15(1):12–21. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/218810/Bulletin_NRL_12011.pdf.

6. Kvíčala J. Význam selenu, stav a příjem selenu u jednotlivce i populace - způsoby určování, výhody, chyby. DMEV. 2009;12(1):29-36.
7. Commission of the European Communities. Report of the Scientific Committee for Food - nutrient and energy intakes for the European Community. 31st ed. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 1993.
8. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers JD. DRI, dietary reference intakes - the essential guide to nutrient requirements. Washington, D.C.: National Academies Press; 2006.
9. Ruprich J, Dofková M, Řehůřková I, Slaměníková E, Resová D. Individuální spotřeba potravin - národní studie SISP04. [Internet]. Praha: Státní zdravotní ústav; 2006 [cit. 18. března 2013]. Dostupné z: <http://czvp.szu.cz/spotrebapotravin.htm>.
10. Ruprich J. a kol. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí - subsystém IV: zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců v roce 2011: bakteriologická a mykologická analýza potravin, výskyt GMO na trhu potravin v ČR a dietární expozice populace chemickými látkami z potravin ("Total Diet Study" - 2010/2011). Odborná zpráva za rok 2011. [Internet]. Praha: Státní zdravotní ústav; 2012 [cit. 18. března 2013]. Dostupné z: <http://czvp.szu.cz/monitor/tds11c/tds11c.htm>.
11. Harttig U, Haubrock J, Knüppel S, Boeing H; EFCOVAL Consortium. The MSM program: web-based statistics package for estimating usual dietary intake using the Multiple Source Method. Eur J Clin Nutr. 2011 Jul;65 Suppl 1:S87-91.
12. Černá M, Krsková A, Čejchanová M, Očadlíková D, Spěváčková V, Šmíd J. a kol. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí - subsystém V: zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí (biologický monitoring). Odborná zpráva za rok 2009. [Internet]. Praha: Státní zdravotní ústav; 2010 [cit. 18. března 2013]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/biomonitoring/Odborna_biomonitoring_09.pdf
13. Černá M, Krsková A, Bavorová H, Beneš B, Čejchanová M, Očadlíková D. a kol. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí - subsystém V: zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí (biologický monitoring). Odborná zpráva za rok 2008. [Internet]. Praha: Státní zdravotní ústav; 2009 [cit. 18. března 2013]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/biomonitoring/Biomonitoring_2008.pdf.
14. Batáříová A, Černá M, Spěváčková V, Čejchanová M, Beneš B, Šmíd J. Whole blood selenium content in healthy adults in the Czech Republic. Sci Total Environ. 2005 Feb 15;338(3):183-8.
15. Van Rossum CTM, Franssen HP, Verkaik-Kloosterman J, Buruma-Rethans EJM, Ocke MC. Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010: diet of children and adults aged 7 to 69 years. Bilthoven: National Institute for Public Health and the Environment; 2011.
16. Kadrabová J, Madarič A, Ginter E. Determination of the daily selenium intake in Slovakia. Biol Trace Elem Res. 1998 Mar;61(3):277-86.
17. Beneš B, Spěváčková V, Šmíd J, Batáříová A, Čejchanová M, Zítková L. Effects of age, BMI, smoking and contraception on levels of Cu, Se and Zn in the blood of the population in the Czech Republic. Cent Eur J Public Health. 2005 Dec;13(4):202-7.
18. Rambousková J, Krsková A, Slavíková M, Čejchanová M, Wranová K, Procházka B, et al. Trace elements in the blood of institutionalized elderly in the Czech Republic. Arch Gerontol Geriatr. 2013 Mar-Apr;56(2):389-94.
19. Kadrabová J, Madarič A, Kováčiková Z, Ginter E. Selenium status, plasma zinc, copper, and magnesium in vegetarians. Biol Trace Elem Res. 1995 Oct;50(1):13-24.
20. Ruprich J, Řehůřková I, Drápal J, Kozáková M. Stanovisko Vědeckého výboru pro potraviny ve věci: mthyltuť v rybách a rybích výrobcích [Internet]. Brno: Státní zdravotní ústav; 2004 [cit. 4. září 2013]. Dostupné z: http://czvp.szu.cz/vedvybor/dokumenty/stanoviska/stan_2004_5_deklas_Hg_rev1.pdf
21. Havlík J, Doskočil I. Zemědělství v zásobení populace selenem. Výživa Potravin. 2013;68(1):2-4.

Došlo do redakce: 12. 7. 2013

Přijato k tisku: 20. 12. 2013

*Ing. Jitka Blahová
Centrum zdraví, výživy a potravin
Státní zdravotní ústav
Palackého 3a
612 42 Brno,
E-mail: blahova@chpr.szu.cz*