

SELENAS MITYBOJE IR JO SVARBA SVEIKATAI

Lolita Kuršvietienė, Inga Stanevičienė

Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos fakulteto Biochemijos katedra

Santrauka

Šioje apžvalgoje pateikiami apibendrinti naujausi moksliniai duomenys apie organizmui būtinąjį mikroelementą seleną, jo kiekius maisto produktuose ir rekomenduojamas paros normas. Apžvelgiamos šio elemento biologinės funkcijos, trūkumo ir pertekliaus pasekmės žmogaus organizmui bei Se papildų vartojimas sukeliams pasekmėms išvengti arba pašalinti. Duomenys rodo, jog tiek gaunamas per mažas Se kiekis, tiek jo perteklius susiję su vėžinių, neurodegeneracinių susirgimų rizikos padidėjimu bei imuninės sistemos funkcijos sutrikdymu. Todėl visapusiškam organizmo funkcionavimui reikalingas optimalus Se kiekis, gaunamas su maistu arba papildų pavidalu.

Reikšminiai žodžiai: selenas, antioksidantas, priešvėžinis, rekomenduojama paros norma, maisto papildai.

ĮVADAS

Selenas (Se) yra būtinasis mikroelementas, reikalingas žmogaus organizmo sistemų, ypač nervų, imuninės, reprodukcinės, širdies ir kraujagyslių, normaliam funkcionavimui. Daugelio mokslinių tyrimų rezultatai rodo, kad šis elementas svarbus saugant nuo širdies ir kraujagyslių, nervų, reprodukcinės, judėjimo sistemų ligų, vėžinių susirgimų, taip pat reikalingas užtikrinant imuninės sistemos veiklą bei padeda apsaugoti ląsteles nuo senėjimo [1, 2]. Seleno turinti aminorūgštis selenocisteinas įeina į seleno turinčių baltymų (selenobaltymų) sudėtį. Selenobaltymai atlieka daug įvairių funkcijų; jų sintezės efektyvumas organizme priklauso nuo su maistu gaunamo Se kiekio. Dėl šios priežasties gaunamo Se kiekis ir selenobaltymų raiškos ar aktyvumo pokyčiai yra susiję su daugelio minėtų ligų vystymusi. Todėl ypač svarbu palaikyti optimalų Se kiekį organizme. Esant jo trūkumui, reikėtų rinktis produktus, kuriuose gausu Se, arba vartoti Se papildus. Svarbu paminėti tai, kad riba tarp nepakankamo Se kiekio ir pertekliaus yra gana siaura. Todėl per didelis suvartojamo Se kiekis sukelia neigiamas pasekmes organizmui.

Šios apžvalgos tikslas – pateikti naujausių mokslinių duomenų apie mikroelemento Se svarbą žmogaus sveikatai, jo trūkumo ar pertekliaus pasekmes

bei pagrindinius maisto šaltinius ir papildus, užtikrinančius optimalų Se kiekį organizme.

Atlikta tyrimų ir mokslinės literatūros apie mikroelementą seleną, jo kiekius maisto produktuose bei rekomenduojamas paros normas, biologines funkcijas, trūkumo ir pertekliaus pasekmes žmogaus organizmui apžvalga. Paieškai anglų kalba naudoti raktažodžiai: *selenium, antioxidant, anti-cancer, dose, supplements*. Duomenys rinkti panaudojant šias paieškos sistemas: „PubMed“, „Medline“, „SpringerLink“, „Wiley Inter Science“. Apžvelgti 2009–2019 m. moksliniai straipsniai.

PAGRINDINIAI SELENO MAISTO ŠALTINIAI IR REKOMENDUOJAMA PAROS NORMA

Se kiekis maiste priklauso nuo šio elemento kiekio dirvoje, kuris gana skirtingas įvairiose geografinėse vietovėse [3]. Svarbu tai, kad Se kiekis maiste priklauso nuo augalų gebėjimo kaupti šį mikroelementą (augalai neorganinį Se verčia organiniu), tai lemia Se kiekį augalinės ir gyvūninės kilmės maisto produktuose. Duomenys rodo, kad daugelyje Europos Sąjungos šalių tiek dirvoje, tiek maiste Se kiekiai nepakankami [4]. Lietuva priskiriama regionui, kurio dirvoje, taip pat ir augalų bei gyvūnų organizmuose Se trūksta [5]. Suomija buvo pirmoji šalis, kurioje Se trūkumas dirvoje ir maiste buvo išspręstas nuo 1984 m. pradėjus naudoti trąšas, papildytas natrio selenatu [3], ir vartojant Se maisto papildus [6].

Maisto produktuose Se gali būti tiek organinės (pvz., selenometioninas), tiek neorganinės (pvz., selenitas (IV) arba selenatas (VI)) formos [7]. Palyginti

Adresas susirašinėti: Lolita Kuršvietienė
Lietuvos sveikatos mokslų universiteto
Medicinos akademijos Biochemijos katedra
Eivenių g. 4, 50161 Kaunas
El. p. lolita.kursvietiene@ismuni.lt

1 lentelė. Seleno kiekis ($\mu\text{g/g}$) maisto produktuose

Maisto produktas	Seleno kiekis, $\mu\text{g/g}$
Mielės	500–3 000
Braziliški riešutai	0,85–6,86
Svogūnai	0,5
Česnakai	0,5
Lašiša	0,21–0,27
Jautiena	0,01–0,73
Vištiena	0,15
Kiauliena	0,27–0,35
Pieno produktai	0,01–0,55
Kiaušiniai	0,09–0,25
Duona	0,09–0,2

dideli Se kiekiai yra maisto produktuose, kuriuose gausu baltymų, ypač mielėse, mėsoje, jūrų gėrybėse, kiaušiniuose, ankštiniuose daržovėse, grūdiniuose kultūrose, pieno produktuose (1 lentelė) [7, 8]. Daugelis augalinės kilmės produktų, išskyrus paminėtuosius 1 lentelėje, turi palyginti nedidelį Se kiekį [7, 8]. Terminiškai apdorojant maistą Se kiekis jame sumažėja [9].

Rekomenduojama Se paros norma priklauso nuo geografinės vietovės ir įvairiose šalyse gana skirtinga. Naujausiais duomenimis, Se vidutinė paros norma yra $55 \mu\text{g}$ ($0,7 \mu\text{mol}$) [10]. Didesni Se kiekiai ($60\text{--}70 \mu\text{g}$) per dieną rekomenduojami nėštumo ir maitinimo krūtimi laikotarpiu [10]. Gaunant mažiau nei $15 \mu\text{g}$ Se per dieną, didėja rizika susirgti ligomis, kurių vystymasis siejamas su Se trūkumu. Kita vertus, normos, viršijančios $400 \mu\text{g}$ Se per dieną, yra toksiškos ir gali sukelti selenozę, taip pat didina ir kitų ligų riziką [2].

Reikėtų pabrėžti tai, kad vyresnio amžiaus bei alkoholi vartojančių žmonių organizmuose Se įsisavinimas mažėja [11], taip pat daug jo netenka pacientai, kuriems taikoma ilgalaikė hemodializė [12], sergantys AIDS [13].

SELENO BIOLOGINĖS FUNKCIJOS IR POVEIKIS SVEIKATAI

Žmogaus organizme yra 25 seleno turintys baltymai – selenobaltymai, atliekantys įvairias funkcijas; kai kurių jų funkcijos iki šiol nėra visiškai išaiškintos [14–16]. Jiems priklauso fermentų glutationo peroksidazių, tioredoksino reduktazių, jodtironino dejonidazių šeimos baltymai ir nefermentiniai baltymai SelP, SelH, SelI, SelK, SelM, SelN, SelO, SelR, SelT, SelV, SelW. Jie veikia kaip antioksidantai ir saugo nuo baltymų bei lipidų oksidacinių pažeidimų, dalyvauja ląstelių proliferacijos ir apoptozės reguliacijos procese, palaiko skydliaukės hormonų ir kalcio homeostazę, atlieka kitas funkcijas [17, 18].

Pavyzdžiui, pagrindinis ląstelių antioksidantinis fermentas yra glutationo peroksidazė, kurios veikimui būtinas Se. Šis fermentas padidina viduląstelinųjų sistemų antioksidantinį pajėgumą ir sumažina ląstelių pažeidimus, apsaugodamas nuo laisvųjų radikalų sukeliama oksidacinio streso [19, 20]. Tioredoksino reduktazių šeimos fermentai palaiko redokso balansą redukuodami tioredoksina, oksiduotą glutationą, vandenilio peroksidą, lipidų peroksidus. Daugelio vėžinių susirgimų atveju nustatyta padidėjusi šių baltymų raiška. Naujas ir perspektyvus vėžinių ligų terapijos būdas yra tioredoksino reduktazių slopinimas tam tikrais farmaciniais preparatais (pvz., auranofinu) [21]. SelP yra pagrindinis kraujo plazmos selenobaltymas; tai žymuo, kurio koncentracija atspindi Se kiekį organizme [20, 22]. Šis selenobaltymas atlieka Se pernašos iš kepenų į periferinius audinius funkciją [21]. Jei su maistu Se gaunama nepakankamai, negali efektyviai vykti kraujo plazmos SelP raiška [22]. Iki šiol kai kurių selenobaltymų, pvz., SelO, SelI, funkcijos dar neišaiškintos [15, 16].

Oksidacinis stresas siejamas su daugelio ligų, tokių kaip širdies ir kraujagyslių, neurodegeneracinės, imuninės, reprodukcinės bei kvėpavimo sistemų, vėžio, cukrinio diabeto, reumatoidinio artrito, kataraktos, vystymusi [1, 2, 19]. Žinoma, kad, vartojant Se optimaliomis normomis, jis veikia kaip antioksidantas, tačiau per didelis Se kiekis skatina prooksidantinį poveikį [23]; tai lemia galimybę panaudoti Se junginius vėžinių susirgimų terapijoje. Nustatyta, jog Se maisto papildai, vartoti tinkamomis normomis ($200 \mu\text{g}$ per dieną mielių papildų forma), sumažino riziką susirgti prostatos, krūties, kepenų, plaučių, storosios žarnos vėžiu [24, 25]. Priešvėžinis Se junginių poveikis susijęs ne tik su selenobaltymų kaip antioksidantų veikimu, bet ir apima sąveiką su sunkiaisiais metalais, poveikį imuniniam ir uždegiminių atsakui, angiogenezės slopinimą ir kitus mechanizmus [2]. Pavyzdžiui, žinoma, kad Se gali suardyti cinko homeostazę, dėl to atsiradusios pažeistos metalotioneinių (baltymų, prijungiančių cinką) sistemoje gali lemti DNR pažeidimus ir vėžinius susirgimus [26]. Se maisto papildai, vartojami kartu su chemoterapija ir radioterapija, gali padidinti chemoterapinių vaistų efektyvumą ir sumažinti jų sukeltus šalutinius poveikius [27, 28]. Kita vertus, klinikinių tyrimų duomenys apie priešvėžinį Se poveikį dar yra nepakankami ir kai kurie iš jų prieštaringi.

Pastaraisiais metais mokslininkų susidomėjimo sulaukė ir aktualia bei inovatyvia tyrimų sritimi

tapo Se nanodalelės, kurios pasižymi antioksidantiu, priešvėžiniu, priešuždegiminiu, antidiabetiniu ir kitais poveikiais [28]. Se nanodalelių priešvėžinio poveikio biocheminiai mechanizmai, šių dalelių pritaikymo galimybės bei perspektyvos vėžinių susirgimų prevencijoje ir terapijoje plačiai aptartos naujuose moksliniuose straipsniuose [26–32]. Didžiulę nanodalelių įvairovę lemia skirtingi sintezės būdai; tam tikrų ligandų prijungimas nanodalelių paviršiuje paskatina efektyvesnį jų patekimą į ląsteles-taikinius. Manoma, kad į vėžines ląsteles nanodalelės patenka endocitozės būdu, generuoja aktyvių deguonies junginių / radikalų susidarymą vėžinėse ląstelėse, dėl to sukelia apoptozę, mitochondrijų membranos trūkumus, DNR fragmentaciją, stabdo šių ląstelių augimą. Jos galėtų būti naudojamos ne tik vaistų pernašai, vėžio diagnostikai bei terapijai, bet ir su uždegimu susijusioms ligoms, tokioms kaip vėžiniai susirgimai, diabetas, artritas, nefropatija, kepenų fibrozė, gydyti [28]. Be to, jos gali būti pritaikytos kaip priemonė, mažinanti vaistų sukeltą toksiškumą [29, 33]

SELENO TRŪKUMO IR PERTEKLIUS SUKELIAMOS PASEKMĖS

Žinoma, kad optimali Se koncentracija suaugusio žmogaus kraujo serume yra 80–120 µg/l. Kai koncentracija kraujo serume mažesnė nei 80 µg/l, padidėja uždegimo, autoimuninių ligų, nevaisingumo, vėžinių susirgimų rizika [11]. Per didelė koncentracija kraujo serume (>120 µg/l) gali lemti hiperglikemiją, hiperlipidemiją, hiperinsulinemiją, 2-ojo tipo diabetą, aterosklerozę [11]. Duomenys rodo, kad tiek Se stoka, tiek Se perteklius siejamas su neurodegeneracinių susirgimų rizikos padidėjimu bei imuninės sistemos funkcijos sutrikdymu [1]. Pavyzdžiui, Alzheimerio ligos, išsėtinės sklerozės, piktybinių auglių smegenyse atvejais nustatyta sumažėjusi Se koncentracija tiek kraujo plazmoje, tiek smegenyse [34, 35]. Be to, sumažėjusi tokių selenobaltymų, kaip SelM, SelP, SelT, SelW, GPx, raiška siejama su padidėjusia rizika susirgti tokiomis neurologinėmis ligomis, kaip epilepsija, Alzheimerio, Parkinsono, Huntingtono ligos [35].

Jau seniai pastebėta, kad, pavyzdžiui, tam tikroje Kinijos dalyje dėl Se stokos pasireiškėdavo Kešano liga (kardiomiopatija). Be to, organizme trūkstant Se dėl susilpnėjusio joditironino dejonidazių aktyvumo sumažėja skydliaukės hormonų sintezė, gali išsivystyti endeminis miksedeminis kretinizmas (hipotirozė). Stokojant šio elemento, padidėja rizika susirgti nefropatija, prostatos vėžiu, išemine širdies liga, endemine osteoartropatija (Kashin-Beck liga),

neurologinėmis ligomis. Esant Se trūkumui, organizmas optimalią Se koncentraciją nerviniame audinyje stengiasi palaikyti kitų audinių Se sąskaita. Se stoka siejama su negrįžtamomis smegenų audinio pažeidimais [36], koordinacijos ir kognityviųjų funkcijų sutrikdymu [1]. Be to, pažeidžiama imuninė sistema, todėl padidėja bakterinių ir virusinių infekcijų rizika [37–39].

Kita vertus, per didelis Se kiekis sukelia viduriavimą, pykinimą, nuovargį, sąnarių skausmą [40]. Didesnis nei 400 µg paros kiekis gali sukelti selenozę, jos simptomai yra virškinimo ir nervų sistemų sutrikimai, lūžinėjantys nagai, odos bėrimai, česnako kvapas iškvepiamame ore, kurį lemia lakus dimetilselenidas [7, 8].

SELENO MAISTO PAPILDALAI

Vienas iš būdų, taikomų Se kiekiui maiste padidinti, yra dirvos tręšimas trąšomis, papildytomis Se. Kitas – tai maisto papildų bei vitaminų ir mineralų preparatų, turinčių Se, vartojimas. Juose gali būti tiek organinės, tiek neorganinės formos Se [7]. Žinoma, kad organiniai Se papildai selenometionino forma yra lengviau pasisavinami ir saugesni, lyginant su neorganinėmis druskomis [41]. Kaip jau minėta anksčiau, labai svarbu, kad nebūtų viršytos rekomenduojamos paros normos. Svarbu pabrėžti, kad Se papildai rekomenduojami tik tada, kai su maistu gaunama per mažai Se. Tokiu atveju kraujyje gali būti nustatoma Se koncentracija arba atliekamas vieno ar kelių selenobaltymų kiekybinis įvertinimas [42]. Kraujo plazmoje ar serume Se koncentracija turėtų būti ne mažesnė kaip 80 µg/l, kad jo pakaktų normaliai selenobaltymų sintezei [43]. Žmonės, kurių kraujyje Se koncentracija yra 122 µg/l arba didesnė, neturėtų vartoti Se papildomai [1].

Optimaliam Se kiekiui organizme palaikyti Se papildomai galima vartoti įvairiomis formomis. Viena iš papildų formų – tai seleno papildytos mielės, kuriose gausu selenometionino. Mielės sukaupia net iki 3 000 µg/g Se [3]. Tai vertingas papildas, kuris yra pranašus dėl paprasto gamybos būdo, palyginti mažos kainos ir saugumo. Tyrimais patvirtinta, kad selenometioninas palaiko kraujo plazmos glutationo peroksidazės aktyvumą, pasižymi priešvėžiniu poveikiu [3]. Kita papildų forma – seleno papildyta augalų biomasė, kuri gaunama daiginant pasirinktas sėklas neorganinių Se druskų turinčiame vandenyje. Tokioje biomasėje gausu Se-metilselenocisteino, pasižyminčio stipriu priešvėžiniu poveikiu, lyginant su kitais Se junginiais. Se-metilselenocisteino

ir γ -glutamil-Se-metilselenocisteino taip pat gausu česnakuose, svogūnuose, brokoliuose. Paminėtina, kad sintetiniam Se-metilselenocisteinui nebūdingas priešvėžinis poveikis, kuriuo pasižymi natūraliai augaluose esantis Se-metilselenocisteinas [44]. Dar viena alternatyva – selenu papildyta nepatogeninių mikroorganizmų *Lactobacillus* arba *Saccharomyces* biomasė, auginta terpėje su neorganiniu Se [45]. Mikroorganizmai dėl fermentinių reakcijų paverčia neorganinį Se organiniu, todėl tokioje biomasėje gausu selenocisteino ar selenometionino. Ji gali būti naudojama pieno produktų jogurto ir kefyro gamyboje, taip šiuos produktus papildant organiniu Se.

APIBENDRINIMAS

Taigi Se yra būtinas imuninės, reprodukcinės ir nervų sistemų funkcionavimui, taip pat skydliaukės, raumenų, širdies veiklai. Svarbu dar kartą paminėti, kad tarp nepakankamo ir toksiško Se kiekio labai siaura riba. Tam, kad vyktų pakankama selenobaltymų raiška, su maistu turi būti gaunamas optimalus Se kiekis (55 μg per parą), nes tiek per mažas, tiek per didelis kiekis yra siejamas su padidėjusia rizika susirgti tokiomis ligomis, kaip vėžiniai, neurodegeneraciniai susirgimai, taip pat gali vystytis imuninės sistemos pažaidų. Daugelį biologinių funkcijų Se atlieka būdamas selenobaltymų (tiek fermentų, tiek

nefermentinių baltymų) sudėtyje. Se poveikis organizme pasireiškia priklausomai nuo kiekio: optimalus Se kiekis maiste lemia Se įtraukimą į selenobaltymų struktūrą ir antioksidanto funkcijos realizaciją, didesnė nei rekomenduojama paros norma sąlygoja prooksidantines Se junginių savybes. Taigi tais atvejais, kai su maistu gaunama per mažai Se, rekomenduojama vartoti Se maisto papildų: Se papildytų mielių arba Se junginių iš augalų bei nepatogeninių mikroorganizmų biomasės.

Mokslinių ir klinikinių tyrimų duomenys apie priešvėžinį Se poveikį vis dar prieštaringi, todėl reikalingi tolesni išsamūs tyrimai, kurie padėtų atskleisti priešvėžinio Se poveikio biocheminius mechanizmus ir Se junginių gebėjimą moduluoti chemoterapinių vaistų efektyvumą bei toksiškumą. Tai leistų optimaliau panaudoti šį mikroelementą vėžinių susirgimų prevencijai ir gydymui taikant kartu su chemoterapija ir (ar) radioterapija. Be to, svarbu išsiaiškinti Se sąveiką su kitais elementais, taip pat maisto komponentais / maisto papildais. Šiuo metu ypač aktualūs tyrimai, kuriais siekiama nustatyti įvairių Se nanodalelių poveikį bei plačias pritaikymo perspektyvas įvairių ligų prevencijoje, diagnostikoje ir terapijoje.

Straipsnis gautas 2019-11-08, priimtas 2019-12-20

Literatūra

1. Rayman MP. Selenium and human health. *Lancet*. 2012;379:1256-68.
2. Tan HW, Mo HY, Lau ATY, Xu YM. Selenium species: current status and potentials in cancer prevention and therapy. *Int J Mol Sci*. 2018;20(1).
3. Bodnar M, Szczygłowska M, Konieczka P, Namiesnik J. Methods of selenium supplementation: bioavailability and determination of selenium compounds. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2016;56(1):36-55.
4. Stoffaneller R, Nancy L. A Review of dietary selenium intake and selenium status in Europe and the Middle East. *Nutrients*. 2015;7(3):1494-537.
5. Antanaitis A, Lubyte J, Antanaitis S, Staugaitis G, Viskelis P. Selenium concentration dependence on soil properties. *J Food Agric Environ*. 2008;6(1):163-7.
6. Alfthan G, Euroola M, Ekholm P, Venäläinen ER, Root T, et al. Effects of nationwide addition of selenium to fertilizers on foods, and animal and human health in Finland: From deficiency to optimal selenium status of the population, 10th Nordic Symposium on Trace Elements in Human Health and Disease. *J Trace Elem Med Bio*. 2015;31:142-47.
7. Kieliszek M. Selenium-fascinating microelement, properties and sources in food. *Molecules*. 2019;24(7):1298.
8. Kieliszek M, Błażej S. Current knowledge on the importance of selenium in food for living organisms: a review. *Molecules*. 2016;21(5):1-16.
9. Waegeneers N, Thiry C, De Temmerman L, Ruttens A. Predicted dietary intake of selenium by the general adult population in Belgium. *Food Addit Contamin Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*. 2013;30(2):278-85.
10. European Food Safety Authority. Scientific opinion on dietary reference values for selenium. *EFSA J*. 2014;12.
11. Duntas LH, Benavente S. Selenium: an element for life. *Endocrine*. 2015;48(3):756-75.
12. Tonelli M, Wiebe N, Hemmelgarn B, Klarenbach S, Field C, Manns B, et al. Trace elements in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med*. 2009;7:25.
13. Stone CA, Kawai K, Kupka R, Fawzi WW. Role of selenium in HIV infection. *Nutr Rev*. 2010;68:671-81.
14. Hurst R, Collings R, Harvey LJ, King M, Hooper L, et al. EURRECA-Estimating selenium requirements for deriving dietary reference values. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2013;53(10):1077-96.
15. Labunsky VM, Hatfield DL, Gladyshev VN. Selenoproteins: molecular pathways and physiological roles. *Physiol Rev*. 2014;94:739-77.
16. Kasaikina MV, Hatfield DL, Gladyshev VN. Understanding selenoprotein function and regulation through the use of rodent models. *Biochim Biophys Acta*. 2012;1823:1633-42.
17. Mehdi Y, Hornick JL, Istasse L, Dufrasne I. Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions. *Molecules*. 2013;18:3292-311.
18. Evans SO, Khairuddin PF, Jameson MB. Optimising Selenium for Modulation of Cancer Treatments. *Anticancer Res*. 2017;37(12):6497-509.
19. Kuršvietienė L, Stanevičienė I. Aktyviųjų deguonies formų ir antioksidantų poveikis biomolekulėms ir reikšmė ligų patogenezėje. *Visuomenės sveikata*. 2016;4(75):10-14.
20. Qin S, Huang B, Ma J, Wang X, Zhang J, et al. Effects of selenium-chitosan on blood selenium concentration, antioxidation status, and cellular and humoral immunity in mice. *Biol Trace Elem Res*. 2015;165:145-52.
21. Short SP, Williams CS. Selenoproteins in Tumorigenesis and Cancer Progression. *Adv Cancer Res*. 2017;136:49-83.

22. Kipp AP, Strohm D, Brigelius-Flohé R, Schomburg L, Bechthold A, et al. German Nutrition Society (DGE). Revised reference values for selenium intake. *J Trace Elem Med Biol.* 2015;32:195-199.
23. Misra S, Boylan M, Selvam A, Spallholz JE, Björnstedt M. Redox-Active Selenium Compounds-From Toxicity and Cell Death to Cancer Treatment. *Nutrients.* 2015;7(5):3536-56.
24. Chen YC, Prabhu KS, Das A, Mastro AM. Dietary selenium supplementation modifies breast tumor growth and metastasis. *Int J Cancer.* 2013;133(9):2054-64.
25. Lavu RVS, Van De Wiele T, Pratti VL, Tack F, Du Laing G. Selenium bioaccessibility in stomach, small intestine and colon: Comparison between pure Se compounds, Se-enriched food crops and food supplements. *Food Chem.* 2016;197:382-87.
26. Yildiz A, Kaya Y, Tanriverdi O. Effect of the Interaction Between Selenium and Zinc on DNA Repair in Association With Cancer Prevention. *J Cancer Prev.* 2019;4(3):146-54.
27. Gandin V, Khalkar P, Braude J, Fernandes AP. Organic selenium compounds as potential chemotherapeutic agents for improved cancer treatment. *Free Radic Biol Med.* 2018;127:80-97.
28. Khurana A, Tekula S, Saifi MA, Venkatesh P, Godugu C. Therapeutic applications of selenium nanoparticles. *Biomed Pharmacother.* 2019;111:802-12.
29. Tan HW, Mo HY, Lau ATY, Xu YM. Selenium species: current status and potentials in cancer prevention and therapy. *Int J Mol Sci.* 2019;20(1):75.
30. Menon S Ks SD, R S, S R, S VK. Selenium nanoparticles: A potent chemotherapeutic agent and an elucidation of its mechanism. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2018;170:280-92.
31. Yan Q, Chen X, Gong H, Qiu P, Xiao X, et al. Delivery of a TNF- α -derived peptide by nanoparticles enhances its antitumor activity by inducing cell-cycle arrest and caspase-dependent apoptosis. *FASEB J.* 2018.
32. Maiyo F, Singh M. Selenium nanoparticles: potential in cancer gene and drug delivery. *Nanomedicine (Lond).* 2017;12(9):1075-89.
33. Sadek KM, Lebda MA, Abouzed TK, Nasr SM, Shoukry M. Neuro- and nephrotoxicity of subchronic cadmium chloride exposure and the potential chemoprotective effects of selenium nanoparticles. *Metab Brain Dis.* 2017;32(5):1659-73.
34. Yakubov E, Buchfelder M, Eyupoglu IY, Savaskan NE. Selenium action in neuro-oncology. *Biol Trace Elem Res.* 2014;161:246-54.
35. Zhang S, Rocourt C, Cheng WH. Selenoproteins and the aging brain. *Mech. Ageing Dev.* 2010;131:253-60.
36. Burk RF, Hill KE. Selenoprotein P-expression, functions, and roles in mammals. *Biochim Biophys Acta.* 2009;1790:1441-47.
37. Jun EJ, Ye JS, Hwang IS, Kim YK, Lee H. Selenium deficiency contributes to the chronic myocarditis in coxsackievirus-infected mice. *Acta Virol.* 2011;559(1):23-29.
38. Kim HW, Ha US, Woo JC, Kim SJ, Yoon BI, et al. Preventive effect of selenium on chronic bacterial prostatitis. *J Infect Chemother.* 2012;18:30-4.
39. Wang C, Wang H, Luo J, Hu Y, Wei L, et al. Selenium deficiency impairs host innate immune response and induces susceptibility to *Listeria monocytogenes* infection. *BMC Immunol.* 2009;10:55.
40. Aldosary BM, Sutter ME, Schwartz M, Morgan BW. Case series of selenium toxicity from a nutritional supplement. *Clin Toxicol (Phila).* 2012;50(1):57-64.
41. Pérez-Corona MT, Sánchez-Martínez M, Valderrama MJ, Rodríguez ME, Cámara C, Madrid Y. Selenium biotransformation by *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces bayanus* during white wine manufacture: Laboratory-scale experiments. *Food Chem.* 2011;124:1050-55.
42. Terry EN, Diamond AM. Selenium. In: Erdman JW, Macdonald IA, Zeisel SH. *Present Knowledge in Nutrition.* 10th ed. Washington, DC: Wiley-Blackwell; 2012;568-87.
43. Sunde RA. Selenium. In: Coates PM, Betz JM, Blackman MR, et al. *Encyclopedia of Dietary Supplements.* 2nd ed. London and New York: Informa Healthcare; 2010;711-8.
44. Whanger PD. Selenium and its relationship to cancer: an update. *Br J Nutr.* 2004;91(1):11-28.
45. Alzate A, Fernández-Fernández A, Pérez-Conde MC, Gutiérrez AM, Cámara C. Comparison of biotransformation of inorganic selenium by *Lactobacillus* and *Saccharomyces* in lactic fermentation process of yogurt and kefir. *J Agric Food Chem.* 2008;56(18):8728-36.

Selenium in nutrition and health

Lolita Kuršvietienė, Inga Stanevičienė

Department of Biochemistry, Lithuanian University of Health Sciences

Summary

This review provides new summarized scientific data on the levels of Se in foods, recommended doses, the main biological functions of this element, the consequences of its deficiency and excess as well as Se supplementation and its uses. Both insufficient and high levels of Se have been found to be associated with the risk of many types of cancer, neurodegenerative disorders, and impaired immune function. Accordingly, the importance of this element to human body is obvious and an appropriate dietary intake or Se supplementation is necessary for the proper functioning of many systems in human body.

Keywords: selenium, antioxidant, anti-cancer, dose, supplements.

Correspondence to Lolita Kuršvietienė
Lithuanian University of Health Sciences
Medical Academy Department of Biochemistry
Eivenių str. 4, LT-50161 Kaunas, Lithuania
E-mail: lolita.kursvietiene@ismuni.lt

Received 8 November 2019,
accepted 20 December 2019