

FARMAATSIATEADUSE RUBRIIK

Teaduskolleegium: Kaie Eha, Natalja Eigo, Ott Laius, Katrin Pudersell,
Lilian Ruuben, Kristiina Sepp, Marko Urbala, Daisy Volmer

Seleeni sisalduse määramine toiduainetes

Anneli Urb

farmatseudi õppekava vilistlane Tallinna Tervishoiu Kõrgkool

Rebecca Tärnpuu

farmatseudi õppekava vilistlane Tallinna Tervishoiu Kõrgkool

Laine Parts

meditsiinitehnilise hariduse keskuse lektor Tallinna Tervishoiu kõrgkool

Monika Drews

meditsiinitehnilise hariduse keskuse õppejõud-õpetaja, farmatseudi ingliskeelse õppekava juht

Seleen on tähtis mikroelement, millel on oluline mõju inimese tervisele. Seleeni määramise tähtsat rolli kilpnäärmehormoonide ainevahetuses, immuunsüsteemi talitluses ning käitumise organismi kaitsesüsteemis kui oluline antioksüdant.¹ Seleeni olulisim ülesanne on kaitsta organismi vabade radikaalide eest ja eemaldada nende tekitatud organismile kahjulikud ained.²

Maailmas on seleenivaeseid piirkondi rohkem kui neid, kus seleeni on piisavas koguses ja rohkemgi. Seleeni puudus on mõjutanud üldiselt 0,5–1 miljardit inimest. Rahvusvaheliselt on kehtestatud tarbimise vahemik, kus päevane annus inimese kohta peaks jääma 30–55 µg piiridesse. Seleeni puudus piirkondades, kaasa arvatud Eestis, on päevane seleeni tarbimine inimese kohta 7–11 µg.¹ Seleeni allikate kohta Eestis ei ole piisavalt andmeid ja uuringuid on tehtud vähe.²

Varasemate uuringute kohaselt on seleeni päevane vajalik kogus Eestis lastel 15–33 µg, meestel 40–60 µg ja naistel 40–50 µg, kõige suurem seleeni vajalik päevane kogus (60 µg) on rasedatel ja imetavatel emadel.^{3–4}

Eestlaste seleenisaldus vereseerumis on keskmiselt 65,2 µg/l, mis on küllaltki madal võrreldes soomlastega (110 µg/l), normiks peetakse 80–120 µg/l. Uuringud on näidanud, et seleenisaldus vereseerumis ei erine oluliselt meestel ja naistel, kuid oluline erinevus on suitsetajatel ja mittedsuitsetajatel.²

Tabel 1. Toiduainete kogus, mis sisaldab täiskasvanu keskmist päevaannust seleeni.⁵

Toiduained	Kogus
Keedetud neerud	25 g
Parapähklid	25 g
Hautatud maks	70 g
Keedetud vähk	80 g
Päevalilleseemned	110 g

Teadadolevalt on ühed parimad seleeni allikad parapähklid, maks, kalad ja mereannid, päevalilleseemned ning liha. Toidus leiduvast seleenist imendub ligikaudselt 80%. Päevane soovituslik tarbimiskogus on 50–60 µg (vt tabel 1). Kui igapäevaselt toituda mitmekesiselt ning järgida toidu soovituslikke koguseid, saab vajaliku koguse seleeni kätte ilma probleemideta.⁵ Seleeni allikateks on ka teraviljad,

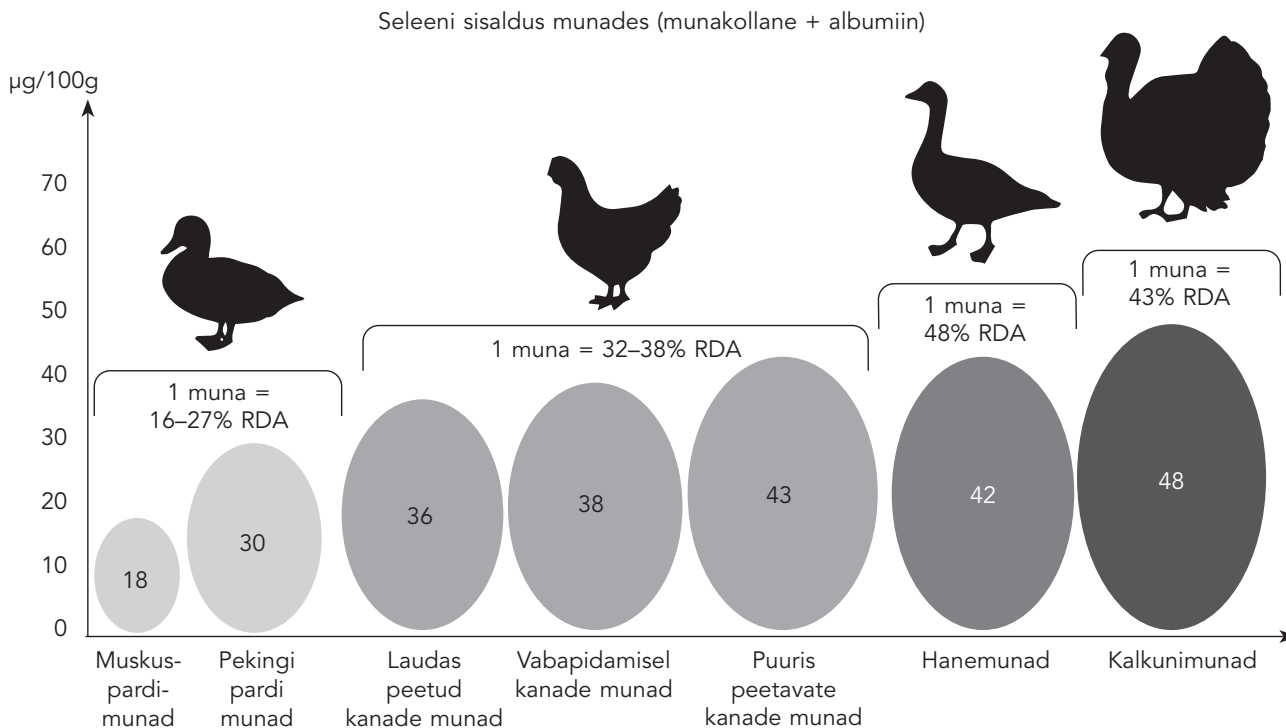
Apteek TÄNA 2022;3:64–70

Saabunud toimetusse
12.08.2022

Avaldamiseks vastu võetud
23.08.2022

Kirjavahetajaautor: Eve Kaju
eve.kaju@gmail.com

Võttesõnad: seleeni uuringud, seleeni puudus, seleeni sisaldus toidus, seleeni üleküllus



Joonis 1. Seleeni protsentuaalne osa kogu soovitatavast päevasest kogusest eri linnuliikide munades.⁸

piimatooted ning pähklid, aga seda leidub rohkesti ka munas, leivas, seentes, küüslaugus ja sibulates.⁶ Üle maailma peetakse üheks seleenirikkaimaks toiduallikaks parapähkleid ehk Brasiilia pähkleid, mille ühe grammi kohta on seleeni umbes 290,5 µg.⁷

Arvestada tuleb sellega, et seleenisaldus toiduaines on ka selle sisaldusest kasvukohas.⁵ Poolas Lääne-Pommeri Tehnoloogia Ülikoolis viidi läbi uuring, kus määrati seleenisaldust linnumunades (kanad, kalkunid, pardid ja haned), suurim seleeni kontsentratsioon oli hane- ja kalkunimunades ning madalaim pardimunades (vt joonis 2). Olenevalt linnuliigist võib üks muna sisaldada 16–48% seleeni kogu päevasest soovitatavast toidukogusest (RDA).⁸ Seleenisaldus on ühes tüüpilises munas 11 µg, aga seleeniga rikastatud muna võib sisaldada seleeni isegi kuni 32,6 µg ning süües kaks seleeniga rikastatud mahemuna päevas, saab inimene soovitatud päevasest seleeni kogusest kätte üle 70%.⁹

Seleeni puudumisel inimorganismis võib esineda mitmeid haigusi. Varasemalt inimeste peal tehtud uuringud on näidanud, et seleenil on võime takistada inimorganismis arseeni kuhjumist ja kaitsta nahka sellest tingitud kahjustuste eest.¹⁰ Lisaks on seleenil oluline roll lihaste töös, aidates suurendada lihaste vastupidavust ning võttes osa taastumisprotsessist.¹¹

Siiani ei ole täielikult teada, millist mõju avaldavad seleeni toimemehhanismid organismi ainevahetusprotsessidele.¹² Seleenil on teadaolevalt mõju vähi vastu võitlemisel ning aina enam kasutatakse selleks seleeni sisaldavaid toidulisandeid.⁶ Seleeni kasutatakse abistava vahendina nii kopsu-, pärasoolekui ka esnäärme- ja kilpnäärmevähi korral. On tehtud ka meditsiinilisi uuringuid, mis näitavad, et seleenil on mõju kardiovaskulaarsüsteemile.¹³ On leitud seos, et madal seleenisaldus vereplasmas suurendab suremust südame-veresoonkonna haigustesse.

Näiteks Soomes tehtud uuringust selgus, et suremus südamehaigustesse vähenes meeste seas 55%-ni ja naiste seas 68%-ni, kui suurendati seleenirikaste toitude tarbimist.¹⁴

Seleenil selenoproteiinidena mõnede immunovalkude koostises on oluline roll viirusnakkuste esinemissageduse ja raskusastme vähendamisel.¹⁵

Seleenipuuduse korral võivad tekkida juba varasemalt mõningad sümptomid, nt väsimus ja isutus, aga ka südamehaiguste ilmingud (nt südamerütmihäired, südamepekslemine ja südamepuudulikkus).² Haigused, mis on tingitud seleenipuudusest, on näiteks südame-veresoonkonna haigused, müodegeneratiivsed haigused, viljatus ja kognitiivse võimekuse halvenemine.¹⁶ Lisaks on teada, et seleeni defitsiidi puhul võib inimesel tekkida ka kilpnäärme alatalitus (müksödeem) ja välja kujuneda kretinism.⁴

Seleenil on oluline roll järglaste saamisel. Varasemates uuringutes on leitud seosed paljunemisprotsessi häirete, seleeni tarbimise ja viljakuse vahel. Seleenidefitsiit võib raseduse ajal põhjustada tüsistusi, raseduse katkemist ning kahjustada loote närvi- ja immuunsüsteemi. On tõestatud, et kui raseduse varases staadiumis on vereseerumis väike seleenikontsentratsioon, siis vastsündinul võib olla madal sünnikaal.¹⁷ Lisaks on teada, et seleenidefitsiidil on oluline roll HIV progresseerumisel AIDS-iks ning paljud seleenidefitsiidiga haigused on seotud samaaegse E-vitamiini vaegusega organismis.¹⁶

Varasemate Saksamaal tehtud uuringute põhjal on ka põhjust uskuda, et seleeni tarvitamine on kasulik COVID-19 patsientidele. Uuringus jälgiti COVID-19 patsientide seleenisisaldust vereseerumis ning avastati, et seleenisisaldus oli ellujäänutel kõrgem kui neil, kes ei jäänud elama.¹⁵ Kuna seleen on olnud kasulik viirushaiguste esinemissageduse vähendamisel ja teatakse, et selle puudus on olnud ka mõningate raskete haiguste riskiteguriks, siis oletatakse, et seleenil on ka kasulik mõju SARS-CoV-2 nakatumise vältimiseks ja see kergendab COVID-19 haiguse kulgu. Olemasolevad uuringud küll toetavad seda seisukohta, kuid puuduvad põhjalikumad andmed, mis on seotud patsientidega, keda mõjutas COVID-19 eriti tõsiselt.¹⁸

Kõikidest elementidest on just seleen aine, millel on üks kitsamaid vahemikke puuduse ja toksilisuse taseme vahel, kus puuduseks peetakse tarbimist vähem kui 40 µg päevas ja toksiliseks annuseks rohkem kui 400 µg päevas.¹⁹ Seleeni mürgistust esineb üldiselt harva, kuid seda võib juhtuda isegi ülemäärase seleenisisaldusega toidu või vee tarbimisel, tugeva mürgistuse korral võib esineda oksendamist, kopsuturset ning suust eraldub küüslaua lõhna.² Pideval liigtarbimisel võib seleen põhjustada juuste väljalangemist, küünte murdumist ja nahahaigusi.¹³

Inimesed, kelle organismis on piisavalt või palju seleeni, ei tohiks seleenipreparaate juurde tarbida, see võib suurendada II tüüpi diabeeti haigestumise riski.²⁰

Raku ja molekulaarsel tasemel ei ole veel täpselt teada seleeni toksilisuse mehhanismid, kuid arvatakse, et seleeni liigne tarvitamine kahjustab rakkude terviklikkust ja põhjustab nekroosi või aptoosi.²¹

Uurimistöö eesmärk oli katsetada toidulisandites seleeni analüüsiks mõeldud meetodikat toiduainete analüüsiks ning ühtlasi saada infot seleenisisalduse kohta mõningates toiduainetes, et sobivuse korral saaks jätkata edasisi uuringuid ka teiste toiduainetega.

METOODIKA

Aastatel 2021–2022 Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli instrumentaalanalüüsi laboris läbi viidud uuringus moodustati valim toiduainetest, mis eri allikate põhjal on seleenirikad või millel puuduvad piisavad andmed ning nendes on seleeni kontsentratsiooni vähe uuritud: kanepiseemned, kanamunad (sh seleeniga rikastatud kanamuna) ja vutimunad. Analüüsitava valimisse võeti toiduained, mille eeldatav määramispiir oli üle 1 µg 100 g kohta. Valimis on kõik Eesti päritoluga toiduained neljalt tootjalt – kahe tootja talumunad, vutimunad, kanepiseemned. Vutimunad ja kanepiseemned võeti valimisse, kuna Eesti toidu koostise andmebaasis puuduvad andmed nende toiduainete seleenisisalduse kohta. Munad valiti seetõttu, kuna tegu on väga keerulise maatriksiga (nt valgu-, lipiidide- ja

Tabel 2. Seleenisisaldus (μg) 100 g uuritavas toiduaines.

	Nutridata alusel keskmine, μg 100 g kohta	Analüüsitulemused, μg 100 g kohta
Se-muna	38	$25 \pm 6,3$
Vutimuna		$1,1 \pm 0,3$
Talumuna nr 1	17–20	$7,8 \pm 1,9$
Talumuna nr 2	17–20	$20 \pm 5,1$
Kanep		< 1
Rikastatud proov	Referentsväärtus 34 μg / 100	41 ± 10

emulgaatoriterikas) ja kui sellele maatriksile see meetod sobib, siis suure tõenäosusega sobib see ka muude toiduainete määramiseks.

Proovid analüüsiti toidulisanditele mõeldud standardmetoodika²² alusel leek-aatomabsorpptsioonspektromeetria meetodil, kasutades seadet Analytic Jena novAA 350. Metoodika kohandati toiduainete maatriksile. Proovid homogeniseeriti, võeti kaalutised (ca 5 g) ja seejärel mineraliseeriti kontsentreeritud lämmastikhappes. Mineraliseeritud proovid filtriti, lahjendati ja analüüsiti. Iga proovi kohta tehti kaks mõõteseeriati. Kvaliteedikontrolliks valmistati munasegu, mida rikastati seleeni referentsainega, ning nullproov välise saastumise hindamiseks. Kalibreerimislahused valmistati kehtiva säilivusajaga sertifitseeritud referentsainest (Sigma-Aldrich). Paralleelproovide tulemuste alusel hinnati laiendatud mõõtemääramatust, mis oli 25% katsetulemusest. Mõõtemääramatus on arvatud mõõteseeriati paralleelproovide tulemuste standardhälbe alusel ja korrutatud laiendatud mõõtemääramatuse saamiseks kahega.²³

TULEMUSED

Analüüsitulemused on toodud tabelis 2. Kõige kõrgema seleenisisaldusega on eelduste kohaselt seleeniga rikastatud muna, sisaldusega $25,07 \pm 6,3 \mu\text{g}$ 100 g kohta. Talumuna nr 1 ja talumuna nr 2 olid erineva seleenisisaldusega, vastavalt $7,8 \pm 1,9 \mu\text{g}$ 100 g kohta ja $20 \pm 5,1 \mu\text{g}$ 100 g kohta. Vutimuna kohta andmed toi-

dukoostise andmebaasis Nutridata puudusid, analüüsil saadi sisalduseks $1,1 \pm 0,3 \mu\text{g}$ 100 g. Kanepiseemnetes jäi seleenisisaldus alla määramispiiri (ligikaudu $1 \mu\text{g}$ 100 g kohta).

Tervishoiu Kõrgkooli uuringu tulemused korreleerusid varasemate uuringute tulemustega ja Nutridata andmebaasi keskmiste andmetega rikastamata munade kohta, millest võib järeldada, et kasutatud meetod on sobilik toiduainetes seleenisisalduse määramiseks.

ARUTELU

Seleenidefitsiit on maailmas üks enim esile kerkiv probleem, olles seotud tugevalt inimeste tervisega. Seleenil on antioksüdatiivsete omaduste tõttu oluline roll tervisele, võideldes ka paljude haigustega, nagu südamepuudulikkuse ja eri vähivormidega.

Eestis on viidud läbi piisavalt seleeniuurinuid, mis näitavad, et eestlaste seleenisisaldus vereseerumis jääb alla normi.

Seleen on aine, millel on toksilisuse ja puuduse vahel väga kitsas vahemik, mis tähendab, et seleeni on lihtne tarvitada liialt suures annuses. Eri allikad on näidanud, et parapähklid on üks kõige seleenirikam toiduallikas, kuid tuleb olla ettevaatlik ning tarvitada neid mõõdukalt. Kui pähklid pärinevad piirkonnast, mis on seleenirikas, siis isegi soovitatav päevane kogus (30 g) võib ületada päevast lubatud seleenitarbimist $400 \mu\text{g}$. Seleenisisaldus toiduainetes on väga varieeruv, sõltuvalt aine kontsentratsioonist ja geograafilisest asetusest.

Nii nagu seleenipuuduse korral, tekib ka selle ületarvitamisel mitmeid terviseprobleeme ja seetõttu on apteekril kliendi jaoks parimate valikute soovitamisel oluline teada seleeni võimalikke toiduallikaid ja nende kombineerimist toidulisanditega.

Varasemates uuringutes on välja toodud, et kõige tüüpilisemas kanamunas on 11 µg seleeni. Kanamunad on üks võimalikest toidu seleeniallikatest. Arvestades, et seleeniga rikastatud kanamunades on analüüsitulemuste põhjal seleenisisaldus $25 \pm 6,3$ µg / 100 g, saaksime vajaliku soovitusliku päevase annuse seleeni kätte kahest kanamunast. Seleeniga rikastamata kanamune tuleks täiskasvanu päevase vajaliku koguse saamiseks süüa vähemalt 4–5 tükki päevas, siiski ei ole kanamunade tarbimine sellises koguses mõistlik küllastunud rasvhapete ja kolesterooli päevaste soovituslike koguste ületamise tõttu ja seega tasuks panustada ka muudele seleeni toiduallikatele. Talumuna nr 1 ja nr 2 erinev seleenisisaldus tulenes tõenäoliselt erinevast söödast. Võttes arvesse, et Eesti asub seleeni vaeses piirkonnas, siis on muna seleenisisaldus otseses seoses sööda seleenisisaldusega. Valimi moodustamisel eeldati, et vutimunade seleenisisaldus on sarnane kanamunade omaga, kuid katsetulemused seda ei kinnitanud. Analüüsitud kanepiseemnete seleenisisaldus oli alla meetoodika määramispiiri.

Taldrikureegli ja toitumispüramiidi soovituslikest kogustest juhindudes on võimalik tasakaalustatud toitumise korral kätte saada vajalik päevane kogus seleeni. Toidulisandite peale tuleks hakata mõtlema siis, kui toidust jääb vajaka. Siiski selleks, et vältida ohtu seleeni ületarbimiseks, tuleks toidulisandite tarbimise vajadus esmalt kindlaks teha analüüside põhjal.

Tavapärane seleenimääramise meetod toiduainetest on oluliselt kallim ja keerulisem, mis limiteerib analüüside arvu. Uurimistöö kasutatud leek-aatomabsorbtsiooni meetod on võrreldes teiste tavapäraselt kasutatavate meetoditega oluliselt kiirem, lihtsam ja odavam ning võimaldab seetõttu saada laiemat ülevaadet toiduainete seleenisisaldusest. Siiski pole sellel meetodil võimalik määrata toiduainetes seleenisisaldust väga väikestes kogustes, meetod on sobilik > 1 µg / 100 g

seleeni sisaldavate toiduainete analüüsiks. Sama meetodiga on võimalik määrata ka seleenisisaldust toidulisanditest.

Uurimistöö tulemused näitasid, et toidulisandites seleeni analüüsiks mõeldud meetoodika sobib toiduainete analüüsiks ja võimaldab kiirelt ning tavapäraste meetoditega võrreldes oluliselt odavamalt saada infot seleenisisalduse kohta toiduainetes. Limiteerivaks on siiski meetoodika määramispiir, seega vähem kui 1 µg 100 g kohta seleeni sisaldavaid toiduaineid käesoleva meetodiga analüüsida pole võimalik, kuid sellised toiduained ei olegi päevase seleenivajaduse rahuldamise seisukohast huvipakkuv valdkond.

Toiduainete seleenisisaldust puudutav info on apteekri seisukohast oluline, kuna võimaldab anda kliendile objektiivset infot seleeni tarbimise kohta. Tulemused julgustavad analüüsi jätkama ka teiste toiduallikatega, nt lihatoodeid, laugulised, teraviljad jne.

JÄRELDUSED

Seleenisisalduse määramiseks analüüsiti kokku kuute toiduaineproovi, iga proovi kohta tehti kaks mõõteseriit. Seleeniga rikastatud kanamunad sisaldasid seleeni $25 \pm 6,3$ µg, kahe tootja rikastamata vabapidamise kanamunad sisaldasid seleeni $7,8 \pm 1,9$ µg ja $20 \pm 5,1$ µg, vutimunade seleenisisaldus oli $1,1 \pm 0,3$ µg / 100 g. Kanepiseemnetes oli seleeni alla määramispiiri (1 µg / 100 g). Kvaliteedikontrolliks valmistati kõikidest analüüsitud munadest segu, kuhu lisati seleeni eeldatava referentskogusega 34 µg / 100 g ning tulemuseks saadi 41 ± 10 µg / 100 g kohta. Võttes arvesse laiendatud mõõtemääramatust, mis oli 25%, jäävad analüüsitulemused Nutridata andmetega ligilähedasteks, seega võib tulemusi pidada usaldusväärseteks. Toidulisandite analüüsiks mõeldud meetoodikat kasutades on võimalik analüüsida seleenisisaldust toiduainetes sisaldusega ≥ 1 µg / 100 g. 🍷

Kasutatud kirjandus

1. Winkel, L. H. E., Johnson, C. A., Lenz, M., Grundl, T., Leupin, O. X., Amini, M., Charlet, L. (2012). Environmental selenium research: From microscopic processes to global understanding. *Environmental Science and Technology*, 46(2), 571–579.

2. <https://doi.org/10.1021/es203434d>.
3. Puusepp, T. (2015). Mikrotoainete saadavuse edasise uuringuvajaduse analüüs. Terviseamet. Tallinn. <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2015/12/KTUK-mikrotoainete-saadavuse-edasise-uuringuvajaduse-anal%C3%BC%C3%BCs.pdf> (11.11.2021).
4. Parts, L., Ruuben, L. (2021). Väsimus ja mida selle vastu ette võtta. Apteek täna, 2, 77–86. <https://medlife.ee/wp-content/uploads/2021/04/Vasimus-ja-mida-selle-vastu-ette-votta.pdf> (16.10.2021).
5. Eesti toitumis- ja liikumissoovitused 2015. (2017). Tervise Arengu Instituut. Tallinn. https://intra.tai.ee/images/prints/documents/149019033869_eeesti%20toitumis-%20ja%20liikumissoovitused.pdf (24.01.2022).
6. Seleen. (2015). Tervise Arengu instituut. Tallinn. <https://toitumine.ee/energia-ja-toitainete-vajadused/mineraalained/seleen> (11.11.2021).
7. Kieliszek, M., Blazejak, S. (2016). Current Knowledge on the Importance of Selenium in Food for Living Organisms: A Review. *Molecules*, 21(5), 1–16. <https://doi.org/10.3390/molecules21050609>.
8. Silva Junior, E. C., Wadt, L. H. O., Silva, K. E., Lima, R. M. B., Batista, K. D., Guedes, M. C., Carvalho, G. S., Carvalho, T. S., Reis, A. R., Lopes, G., Guilherme, L. R. G. (2017). Natural variation of selenium in Brazil nuts and soils from the Amazon region. *Chemosphere*, 188, 650–658. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.08.158>.
9. Pilarczyk, B., Tomza-Marciniak, A., Pilarczyk, R., Kuba, J., Hendzel, D., Udała, J., Tarasewicz, Z. (2019). Eggs as a source of selenium in the human diet. *Journal of Food Composition and Analysis*, 78, 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.01.014>.
10. Suchý, P., Straková E., Herzig I. (2014). Selenium in poultry nutrition: a review. *Czech Journal of Animal Science*, 59(11), 495–503. <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/138083.pdf>
11. Zwolak, I., Zaporowska, H. (2012). Selenium interactions and toxicity: a review. *Cell Biol Toxicol*, 28, 31–46. <https://doi.org/10.1007/s10565-011-9203-9>.
12. Mehdi, Y., Hornick J. L., Istasse L., Dufresne I. (2013). Selenium in the Environment, Metabolism and Involvement in Body Functions. *Molecules*, 18(3), 3292–3311. <https://doi.org/10.3390/molecules18033292>.
13. Sobolev, O., Guttyj, B., Petryshak, R., Pivtorak, J., Kovalskyi, Y., Naumyuk, A., Petryshak, O., Semchuk, I., Mateusz, V., Shcherbatyy, A., Semeniv, B. (2018). Biological role of selenium in the organism of animals and humans. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 654–665. https://www.researchgate.net/publication/324265140_Biological_role_of_selenium_in_the_organism_of_animals_and_humans.
14. Ullah, H., Liu, G., Yousaf, B., Ali, M. U., Abbas, Q., Munir, M. A. M., Mian, M. M. (2017). Developmental selenium exposure and health risk in daily foodstuffs: A systematic review and meta-analysis. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 149, 291–306. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.11.056> (22.10.2021).
15. Santhosh Kumar, B., Priyadarsini, K. I. (2014). Selenium nutrition: How important is it? *Biomedicine and Preventive Nutrition*, 4(2), 333–341. <https://doi.org/10.1016/j.bionut.2014.01.006>.
16. Zhang, J., Saad, R., Taylor, E. W., Rayman, M. P. (2020). Selenium and selenoproteins in viral infection with potential relevance to COVID-19. *Redox Biology*, 37, 101715. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101715>.
17. Shreenath A. P., Ameer M. A., Dooley J. (2021). Selenium Deficiency. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482260/>.
18. Pieczynska, J., Grajeta, H. (2015). The role of selenium in human conception and pregnancy. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 29, 31–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.07.003>.
19. Rayman, M. P., Bath, S. C., Westaway, J., Williams, P., Mao, J., Vanderlelie, J. J., Perkins, A. V., Redman, C. W. G. (2015). Selenium status in UK pregnant women and its relationship with hypertensive conditions of pregnancy. *British Journal of Nutrition*, 113(2), 249–258. DOI: 10.1017/S000711451400364X.
20. Kurokawa S., Berry M. J. (2013). Selenium. Role of the essential metalloid in health. *Met Ions Life Sci. Author manuscript*, 13, 499–534. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8_16.
21. Fordyce, F. (2013). The Natural Environment - Selenium Deficiency and Toxicity – Process Related Diseases. *Essentials of Medical Geology: Revised Edition*, 375–416. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4375-5_16.
22. Rayman, M. P. (2012). Selenium and human health. *The Lancet*, 379, 1256–1268. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61452-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61452-9) 11.
23. Short application AAS – Flame. Determination of Se in vitamin/mineral nutrient capsules. (2004). Analyti Jena AG.
24. Magnusson, B., Hovind, H., Krysell, M., U. Lund, U., Mäkinen, I. (2018). Handbook - Inter Quality control, Nordtest Report TR 569 (ed. 5).
25. http://www.nordtest.info/wp/wp-content/uploads/2018/04/NT_TR_569_ed5_1_Internal_Quality_Control_English.pdf.