

Laboratorinė medicina.  
2013, t. 15, Nr. 3(59), p. 131–136.

# Šungitu apdoroto vandens įtaka žiurkių embrionų raidai

Jolita Stankevič<sup>1</sup>  
Aistė Audickaitė<sup>1</sup>  
Violeta Araminaitė<sup>1</sup>  
Valdas Šimčikas<sup>2</sup>  
Violeta Žalgevičienė<sup>1</sup>  
Janina Tutkuvienė<sup>1</sup>

## Santrauka

**Tikslas.** Nustatyti ir palyginti sunkiųjų metalų koncentracijas gręžinio vandenyje ir vandenyje, apdorotame šungitu, bei ištirti vandens su šungitu poveikį *Wistar* linijos baltųjų žiurkių embrionų raidai.

**Medžiaga ir metodai.** Ištirtos sunkiųjų metalų koncentracijos vandenyje. Eksperimentinis tyrimas atliktas naudojant 16 *Wistar* linijos baltųjų laboratorinių žiurkių ir 121 jų embrioną. Eksperimentinės grupės (EG) žiurkės visą tyrimo laikotarpį buvo girdytos vandenių, apdorotu šungitu, kontrolinės gėrė įprastą vandentiekio vandenį. Vanduo ir maistas žiurkėms nebuvo ribojami. Po 2 mėnesių nuo tyrimo pradžios abiejų grupių žiurkės suporintos su patiniais. 21-ąją embriogenezės parą žiurkės užmigdytos ketaminu, išimta gimda su embrionais. Embrionai sverti, matuotas ilgis, skaičiuotos embrionų rezorbcijos gimdoje. Embrionai fiksuoti 96 % spirito tirpalu (kaulėjimo sutrikimų analizei) ir Bueno tirpalu (išorinių ir vidinių formavimosi ydų analizei).

**Rezultatai.** Nustatyta didesnė šungitu apdoroto vandens sunkiųjų mineralų, t. y. kadmio, vario, mangano, aliuminio, cinko ir nikelio (Cd, Cu, Mn, Al, Zn, Ni) koncentracija. Eksperimentinės grupės (EG) embrionai buvo trumpesni už kontrolinės grupės embrionus ( $p < 0,05$ ). EG ir kontrolinės grupės žiurkių embrionų svorių patikimo skirtumo nenustatyta ( $p > 0,05$ ). EG embrionų ilgis –  $4,05 \pm 0,42$  cm, svoris –  $4,22 \pm 0,80$  g. Kontrolinės grupės embrionų ilgis –  $5,02 \pm 0,60$  cm, svoris –  $4,21 \pm 0,80$  g. EG žiurkių gimdoje buvo aptikta vėlyvų rezorbcijų, kurios sudarė net 10,44 % visų embrionų. Kontrolinės grupės žiurkių gimdose embrionų rezorbcijų neaptikta. Nei vidinių, nei išorinių raidos ydų ir griaučių formavimosi sutrikimų nenustatyta.

**Išvados.** Šungitu apdorotame vandentiekio vandenyje Mn, Al, Ni, Zn, Cu, Cd koncentracija padidėjo. Tai turėjo įtakos žiurkių palikuonių raidai: šiuo vandeniu girdytų žiurkių palikuonių mirtingumas buvo didesnis, o gimusių palikuonių kūno ilgis mažesnis nei kontrolinės grupės žiurkių palikuonių.

**Reikšminiai žodžiai:** šungitas, vanduo, sunkieji metalai, žiurkių palikuonys.

<sup>1</sup>Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Anatomijos, histologijos ir antropologijos katedra, M. K. Čiurlionio g. 21, LT-03101 Vilnius  
Department of Anatomy, Histology and Anthropology Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania  
El. paštas: violeta.zalgevicene@mf.vu.lt

<sup>2</sup>UAB „Vandens tyrimai“, Žirmūnų g. 106, LT-09121 Vilnius  
Joint stock company “Water Research”, Vilnius, Lithuania

## ĮVADAS

Šungito uoliena ir jo pagrindu pagaminti produktai šiandien vis labiau populiarėja visuomenėje. Interneto tinklalapiuose ir kitokioje populiarus pobūdžio literatūroje gausu straipsnių, kurių autoriai tikina, jog šungitas – tai „stebuklingas“ sveikatos akmuo, randamas ypatingoje vietovėje – Karelijoje, prie Onegos ežero [1]. Tei-

giama, kad šungitas – tai juoda silikatinė uoliena, savo sudėtyje turinti 98 % anglies bei gamtinių fullerienų (kamuolio pavidalo anglies darinių, sudarytų iš 60 anglies atomų). Fullerenai aprašomi kaip visiškai nekenksminga žmogaus organizmui medžiaga, netgi priešingai – viską, kas žalinga, jie sugeria ir pašalina, o kas naudinga – koncentruoja ir atkuria. Be to, yra teigiama, kad šungitą sudaro įvairių

organinių medžiagų mišinys, kurių net iki 97 % tirpsta vandenyje, todėl patekęs į vandenį šungitas teigiamai paveikia jo savybes bei struktūrą [2].

Populiariuose straipsniuose pateikiami abejotini ir įrodymais nepagrįsti faktai apie šungito gydomasias ir profilaktines savybes (teigiama poveikį normalaus kraujo spaudimo palaikymui, sąnarių ligoms, skausmo malšinamąjį poveikį ir bendros savijautos gerinimą), apie šungito uolieną pasitaiko ir pranešimų konferencijose [3], o 2007 metais buvo išduotas patentas prekiauti šia mažai ištirta uoliena Lietuvoje [4]. Šungitas pardavinėjamas ir įvairiose Lietuvos mugėse, todėl tikėdami ypatinga šios uolienos nauda žmonės noriai jį perka.

Šio vandens papildo pakuočių anotacijose taip pat teigiama, kad, be minėtų gydomųjų savybių, jis mažina ir sunkiųjų metalų (geležies (Fe), mangano (Mn), cinko (Zn), švino (Pb), vario (Cu), aliuminio (Al) ir kt.) koncentraciją vandenyje, gerina jo spalvą, kvapą, mažina nitratus ir chloro junginių kiekį, veikia baktericidiškai [5, 6]. Deja, šie teiginiai menkai tyrinėti ir mokliškai nepagrįsti.

Žinoma, kad kalcis (Ca), natriis (Na), kalis (K), chloras (Cl), magnis (Mg), geležis (Fe), cinkas (Zn), varis (Cu), chromas (Cr), jodas (I), kobaltas (Co), molibdenas (Mo) ir selenas (Se) būtini žmogaus organizmui. Mažiau paplitę, tačiau taip pat nepaprastai reikšmingi yra fluoras (F), boras (B), manganas (Mn), nikelis (Ni), silicis (Si), vanadis (V). Geriamajame vandenyje yra randama daugelis minėtų mikroelementų, tačiau švinas (Pb), kadmis (Cd), gyvsidabris (Hg), arsenas (As), aliuminis (Al), litis (Li) ir alavas (Sn) vertinami kaip potencialiai toksiški (toksiškumas priklauso nuo jų koncentracijos vandenyje). Didelės sunkiųjų metalų koncentracijos kenkia gyvam organizmui, o jų žalingas poveikis žmogui yra plačiai ištyrinėtas ir aprašytas mokslinėje literatūroje [7].

B. Platt su bendraautoriais nustatė, kad didelės aliuminio koncentracijos veikia neurotoksiškai ir turi didelės įtakos neurodegeneracinių ligų (Alzheimerio ligos) raidai [8], pereina placentos bei kraujo ir smegenų barjerą ir gali kenkti besiformuojančiam vaisiui [9].

F. W. Sunderman su bendraautoriais, tyrinėdami nikelio poveikį žiurkėms bei jų embrionams, nustatė, kad padidėjęs šio elemento kiekis veikia toksiškai ir sukelia embrionų žūtį [10]. A. Mas ir bendraautorių duomenimis, nikelis kaupiasi trynio maise ir placentoje, tačiau šie dangalai nepa-

kankamai apsaugo embrioną ar vaisių, todėl dalis šio metalo nusėda jų audiniuose. Be to, autoriai nustatė, kad didelės nikelio dozės (4 mg Ni/kg kūno masės) yra teratogeniškos ir sukelia motinos bei vaisiaus hiperglikemiją [11]. Panašūs duomenys gauti ir tiriant šviną – žemės plutoje dažniausiai pasitaikanti sunkiųjų metalų. C. L. Keen su bendraautoriais, tyrinėję žiurkes ir jų palikuonis, nustatė, kad švinas lengvai pereina placentos barjerą, dėl didelių jo koncentracijų organizme sumažėja individo aktyvumas, blogėja dėmesio koncentracija, silpnėja kognityvinės funkcijos [12].

Prieštaringi rezultatai gauti vertinant didesnes cinko koncentracijas nėštumo laikotarpiu. Tyrimai su žiurkėmis parodė, kad didelės Zn koncentracijos maiste sukelia hipokalcemiją ir kaulų trapumą [13]. M. D. Lastra su mokslininkų grupe tyrinėjo cinko poveikį BALB/c pelėms ir jų palikuonims. Tačiau šie mokslininkai nustatė, kad žiurkių, kurios papildomai gavo Zn, embrionų mirtingumas buvo mažesnis. Taip pat ši mokslininkų grupė akcentavo Zn ir Cu koncentracijų ryšį: didėjant Zn koncentracijai, Cu koncentracija mažėja [14]. L. Gambling ir H. J. McArdle nustatė, kad per nėštumą motinos organizme trūsktant vario ir geležies sumažėja fermentų aktyvumas, todėl padidėja palikuonių kraujo spaudimas, sutrinka raida. Be to, vario stoka gali sukelti anemiją, o perteklius veikti toksiškai embrionų kaulų ar minkštųjų audinių raidą. Net ir nedidelis vario kiekis gali slopinti implantaciją bei blastogenezę ir sukelti embriono raidos ydų [15]. V. H. Ferm ir D. P. Halton nustatė, kad intraveninės vario druskų injekcijos žiurkėnams aštuntąją gestacijos dieną padidina rezorbcijų skaičių bei sukelia raidos ydų [16, 17], o J. K. Vodela su bendraautoriais [18], girdę broilerių rūšies vištas vandeniū, prisotintu įvairiais sunkiaisiais metalais, nustatė padidėjusį vištų mirtingumą,

sumažėjusią jų reprodukciją (vištos dėjo mažesnius kiaušinius).

Literatūroje aprašomas ir mangano, kadmio, arseno, chromo ir kitų sunkiųjų metalų neigiamas poveikis. Atsižvelgdami į šungito vartojimo instrukciją ir nurodytas jo galimybes absorbuoti sunkiuosius metalus, nutarėme ištirti Lietuvoje parduodamo šungito akmens poveikį vandens kokybei bei įvertinti tokio vandens įtaką žiurkių embrionų raidai (šungito akmens veikimą patvirtinančių mokslinių tyrimų bei eksperimentų su gyvais organizmais Lietuvoje nebuvo atlikta).

## DARBO TIKSLAS

Nustatyti ir palyginti sunkiųjų metalų koncentracijas gręžinio vandenyje ir vandenyje, apdorotame šungitu, bei ištirti vandens su šungitu poveikį Wistar linijos baltųjų žiurkių embrionų raidai.

## TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI

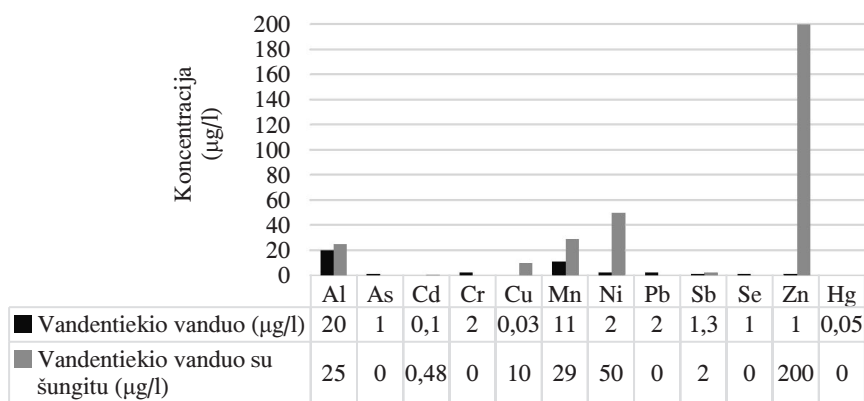
Eksperimentui naudotas skirtingų pakuočių Karelijos šungito akmuo. Vanduo buvo paruoštas laikantis nurodymų – pagal pardavėjų teikiamas rekomendacijas: šungito akmenį nuplauti tekančiu vandeniu, 150 g šungito užpilti 3 litrais vandens ir laikyti 3 dienas. Po 3 dienų paruoštą vandenį jau galima vartoti (gerti, ruošti maistą ar naudoti buityje).

## Sunkiųjų metalų koncentracijos vandenyje tyrimas

Sunkiųjų metalų koncentracijos vandenyje analizę atliko UAB „Vandens tyrimai“ atominės absorbcijos spektrometrijos metodu, naudodama grafiti-

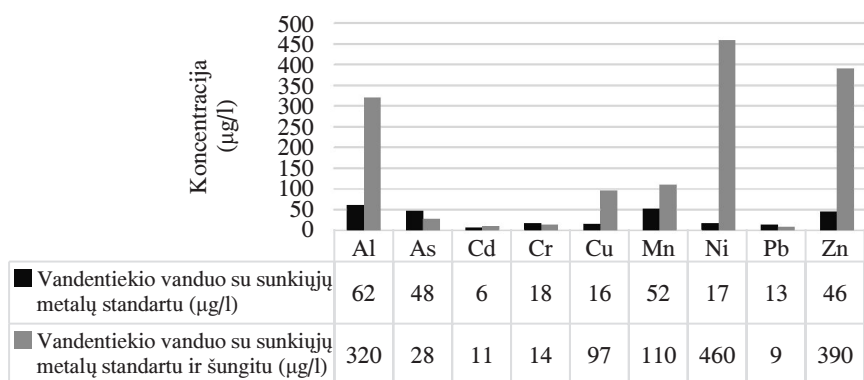


1 pav. Tyrimui naudotas šungito akmuo iš skirtingų pakuočių A ir B  
Fig. 1. Shungite stones where used from different packages A and B



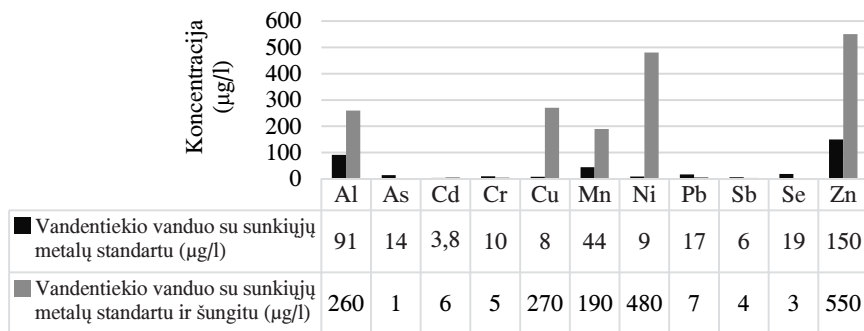
2 pav. Geriamojo vandens ir šungitu apdoroto vandens sunkiųjų metalų koncentracija

Fig. 2. Concentrations of heavy metals in tapped and *Shungite* saturated water



3 pav. Sunkiųjų metalų koncentracijos geriamajame vandenyje, prisotintame sunkiųjų metalų, ir jų koncentracijos apdorojus A pakuotės šungitu

Fig. 3. Concentrations of heavy metals in tapped water with heavy metals standard and their concentrations after *Shungite* saturation (*Shungite* stones from package A)



4 pav. Sunkiųjų metalų koncentracijos geriamajame vandenyje, prisotintame sunkiųjų metalų, ir jų koncentracijos apdorojus B pakuotės šungitu

Fig. 4. Concentrations of heavy metals in tapped water with heavy metals standard and their concentrations after *Shungite* saturation (*Shungite* stones from package B)

nę krosnį (ISO 15586: 2003). Buvo taikomos kelios vandens tyrimo metodikos:

1) Nustatyta sunkiųjų metalų koncentracija Vilniaus miesto Santariškių rajono vandenyje.

2) Nustatyta sunkiųjų metalų koncentracija Vilniaus miesto Santariškių rajono vandenyje apdorojus šungitu: naudotas A ir B pakuočių šungitas (1 pav.).

3) Siekiant išsiaiškinti šungito absorbcines, t. y. mažinančias sunkiųjų metalų koncentraciją vandenyje, savybes, buvo paruoštas vanduo su sunkiųjų metalų standartu: į vandentiekio vandenį papildomai buvo įdėtas atitinkamas kiekis sunkiųjų metalų (Cd, Cu, Mn, Al, Zn, Ni, As, Cr, As, Sb, Se ir Pb), paskui buvo įdėtas šungitas. Po trijų parų šiame vandenyje buvo išmatuota sunkiųjų metalų koncentracija.

## Eksperimentinis tyrimas su *Wistar* linijos žiurkėmis

Tyrimas atliktas naudojant 16 *Wistar* linijos (3 mėnesių amžiaus) baltųjų laboratorinių žiurkių ir 121 jų embrioną. Eksperimentinės grupės žiurkės 3 mėnesius buvo girdytos vandeniu su šungitu, o kontrolinės gėrė įprastą vandentiekio vandenį. Vanduo su šungitu buvo ruoštas pagal produkto pakuotėje pateiktas rekomendacijas. Vanduo bei maistas abiejų grupių žiurkėms nebuvo ribojami.

Po dviejų mėnesių nuo tyrimo pradžios žiurkės buvo suprintos su patiniais. Diena, kai žiurkės makštis tepinėlyje buvo aptikta spermatozoidų, fiksuota kaip 0 nėštumo diena. 21-ą embriogenezės parą žiurkės migdytos ketaminu, skrostos, išimta gimda su embrionais. Embrionai matuoti slankmačiu, sverti elektroninėmis svarstyklėmis, skaičiuoti gyvi embrionai bei gimdoje aptiktos rezorbcijos. Viena embrionų grupė buvo fiksuota 96 % etilo alkoholiu, siekiant nustatyti kaulėjimo proceso metu susiformavusias ydas, kita, fiksuota Bueno tirpalu, – išorinėms bei vidinėms formavimosi ydoms analizuoti. Bueno tirpalu fiksuoti embrionai buvo pjaustyti, paruošti preparatai tirti mikroskopu (MBC-1). Visi tyrimo duomenys apdoroti „MS Excel 2007“. Statistinei reikšmingumo analizei naudotas nepriklausomų imčių *T-test* metodas.

## TYRIMO REZULTATAI

### Sunkiųjų metalų koncentracijos vandenyje tyrimo rezultatai

Vilniaus miestui (Santariškių r.) tiekiamame geriamajame vandenyje buvo nustatyti nedideli, Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) normų neviršijantys, sunkiųjų metalų kiekiai, o šungitu apdorotame vandenyje aptikta gerokai padidėjusi Al, Cu, Mn, Ni bei Zn metalų koncentracija (2 pav.).

A ir B pakuočių šungito akmuo smarkiai padidino sunkiųjų metalų koncentraciją vandenyje: įvairių metalų koncentracijos padidėjo iki 10 kartų (3 ir 4 pav.).

### Eksperimentinio tyrimo su *Wistar* linijos žiurkėmis rezultatai

Kenksmingų medžiagų toksiškumas vertinamas pagal tam tikrus kriterijus: embrionų rezorbcijas (žūtis), ilgio ir svorio parametrus bei jų raidos

ydas. Nustatėme, kad ūngitu prisotintą vandenį gėrusių visų žiurkių gimdose buvo embrionų rezorbcijų, kurios vidutiniškai sudarė 10,44 % visų embrionų (5 pav.).

Šungitu prisotintą vandenį gėrusių žiurkių embrionų kūno ilgis ( $4,05 \pm 0,42$  cm) buvo daug mažesnis ( $p < 0,05$ ) nei kontrolinės grupės žiurkių embrionų kūno ilgis ( $5,02 \pm 0,60$  cm) (6 ir 7 pav.). Tačiau abiejų grupių embrionų svoris patikimai nesiskyrė: eksperimentinės grupės embrionų svoris buvo  $4,22 \pm 0,80$  g, o kontrolinės –  $4,21 \pm 0,80$  g ( $p > 0,05$ ) (8 pav.).

Išanalizavę Bueno tirpalu bei 96 % etilo alkoholiu fiksuotus embrionus, vidinių bei išorinių raidos ydų nenustatėme: visų tirtų embrionų vidaus organai ir griaučiai formavosi normaliai (9 ir 10 pav.).

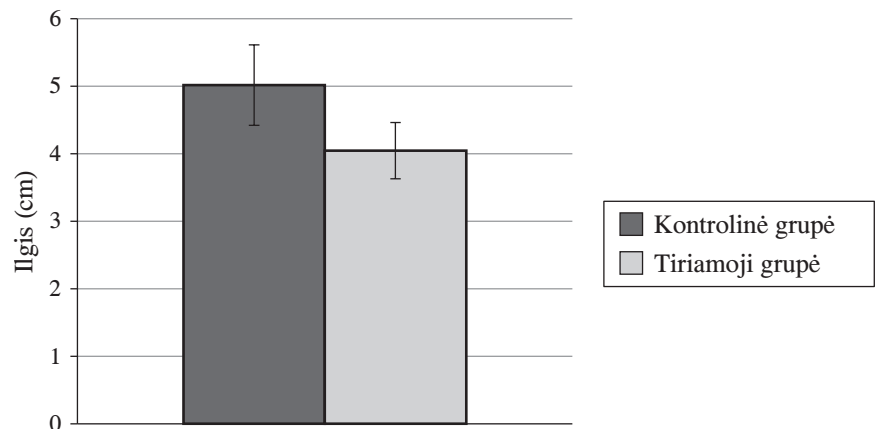
## REZULTATŲ APTARIMAS IR DISKUSIJA

Šungitas, jo poveikis vandeniui, o ypač gyviems organizmams – menkai tyrinėta ir literatūroje mažai aprašyta sritis. Kai kurie autoriai tyrinėja ūngito uolieną kaip natūralią vandens valymo priemonę, pavyzdžiui, kaip alternatyvą aktyvintai angliai. Literatūros šaltiniuose minimas ne tik mūsų tiriamas Karelijos ūngitas. Šio akmens aptinkama ir kitur, pavyzdžiui, Kazachstano ūngitas yra apibūdinamas kaip efektyvesnė vandens valymo medžiaga, nei Karelijoje aptinkamas akmuo [19]. S. V. Efreмова teigia, kad ūngito specifinis absorbcinis paviršiaus plotas yra sąlyginai mažas. Vis dėlto įvairūs apdirbimo metodai (šarmais didelio slėgio autoklave, paveikus aukšta temperatūra) pagerina jo absorbcines savybes. Be to, autorės teigimu, ūngitas rekomenduojamas naudoti vietoj aktyvintos anglies apdorojant vandenį ir valant jį nuo organinių junginių, ypač nuo naftos produktų. Šungito efektyvumą bandoma padidinti ne tik reguliuojant jo apdirbimo metodikas, bet ir imobilizuojant ant šio sorbento mielių kultūras (*Kluveramyces sp.*, *Candida sp.*) ir bakterijų kultūrų ląsteles (*Mycobacterium sp.*, *Pseudomonas sp.*), kurios oksiduoja aliejų. Autorių teigimu, tokiu būdu iš vandens galima pašalinti įvairias aliejinės kilmės medžiagas [19].

Eksperimentinių tyrimų, kurie nagrinėtų ūngitu apdoroto vandens poveikį gyvam organizmui, mums prieinamoje literatūroje nėra, tačiau pasitaiko pavienių publikacijų, kurių au-



5 pav. Vėlyvosios rezorbcijos žiurkių gimdose  
Fig. 5. Late resorptions in rat uterus



6 pav. Embrionų kūno ilgis  
Fig. 6. Embryos body length

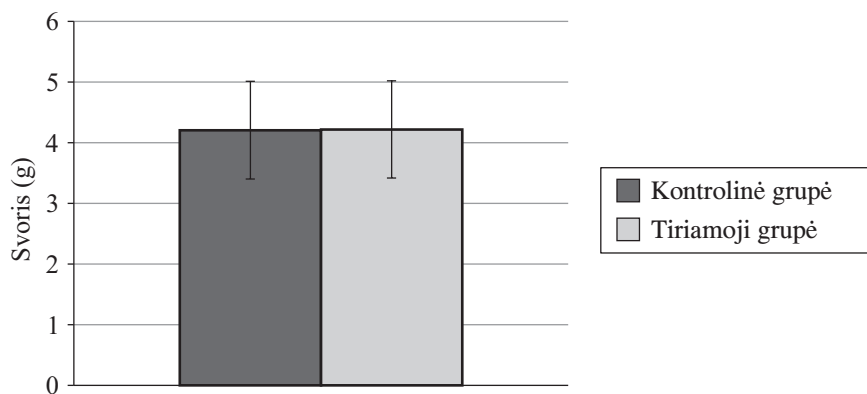


7 pav. Embrionų ilgis: kontrolinės grupės embrionas – kairėje, eksperimentinės grupės – dešinėje  
Fig. 7. Rat embryo length: control group embryo on the left, experimental group – on the right

toriai ūngitą apibūdina kaip ateities perspektyvą gydant odos ligas, reguliuojant skausmą, miegą, normalizuojant kraujospūdį ir gerinant bendrą savijautą [20].

Kitų tyrimų rezultatai patvirtina mūsų atliktos ūngito vandens chemi-

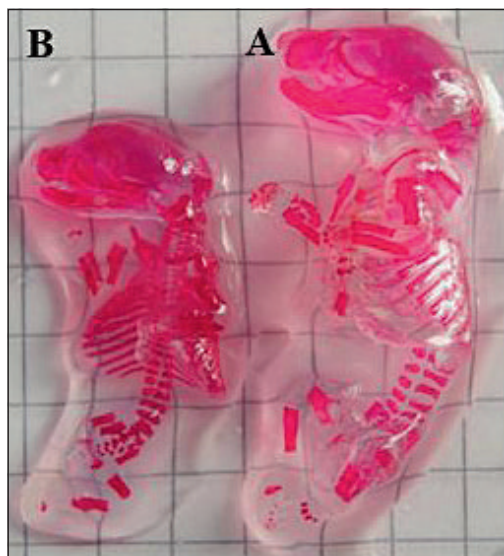
nės analizės išvadas. Pavyzdžiui, M. V. Charykova su bendraautoriais teigia, kad dėl ūngito ir vandens sąveikos susidaro tirpalas, kuriame yra didelės koncentracijos mikroelementų, tarp jų – ir sunkiųjų metalų. Šių mokslininkų atlikto tyrimo duomeni-



8 pav. Embrionų kūno svoris  
Fig. 8. Embryos body weight



9 pav. Bueno tirpalu fiksuoti embrionai.  
Galvos ir krūtinės laštos pjūviai ašinėje plokštumoje: A – kontrolinės grupės embrionas, B – šungitu apdorotą vandenį gėrusios žiurkės embrionas.  
Fig. 9. Embryos fixed in Bouin's solution.  
Axial sections of head and chest: A – control group embryo, B – experimental group embryo.



10 pav. Etilo alkoholiu fiksuoti embrionai. Dažyti alizarinu raudonu.  
A – kontrolinės grupės, B – šungitu apdorotą vandenį gėrusios žiurkės embriono skeletas.  
Fig. 10. Embryos fixed in alcohol solution.  
A – embryos from control group skeleton, B – embryos from experimental group skeleton

mis, vandenyje po sąveikos su šungitu smarkiai padidėjo Fe, Zn, Al, Ni, Cu ir kitų metalų, tačiau įrodyta, kad šungitu apdorotas vanduo iš tiesų pasižymi baktericidinėmis savybėmis [21].

Vadinasi, literatūroje pateikiama informacija ir nuomonės apie šungito naudą yra prieštaringos. Nepaisant teiginių, kad šis akmuo pasižymi teigiamomis savybėmis (vandens valymas nuo naftos produktų, baktericidinės savybės ir kt.), Karelijos šungitu apdorotas vanduo, mūsų nuomone, yra netinkamas gerti, nes kai

kurių sunkiųjų metalų koncentracijos jame padidėja daugiau nei 20 kartų. Nors mūsų tyrimo rezultatai galutinai neįrodo, kad toks vanduo gali veikti kaip teratogenas ir lemti embrionų raidos ydas, tačiau net ir po palyginti trumpo (3 mėn.) šungitu apdoroto vandens vartojimo laikotarpio nustatėme žalingą jo poveikį žiurkių embrionų raidai.

## IŠVADOS

1. Šungitas didina Mn, Al, Ni, Zn, Cu ir Cd koncentraciją vandenyje.
2. Šungitu apdorotą vandenį gėrusių žiurkių palikuonių raida sutriko: embrionų mirtingumas buvo didesnis, o gimusių palikuonių kūno ilgis mažesnis nei kontrolinės grupės žiurkių palikuonių.

## PADĖKA

Dėkojame UAB „Vandens tyrimai“ kolektyvui, Vilniaus universiteto Biochemijos instituto Biologinių modelių skyriaus vedėjai dr. Virginijai Bukelskienei ir jaunesniajai mokslinei bendradarbei Rasai Jarašienei už paramą vykdant mokslines studijas. ◆

Gauta: 2013 08 13  
Priimta spaudai: 2013 09 28

## Summary

### THE INFLUENCE OF SHUNGITE SATURATED WATER ON RAT EMBRYO DEVELOPMENT

Jolita Stankevič, Aistė Audickaitė, Violeta Araminaitė, Valdas Šimčikas, Violeta Žalgevičienė, Janina Tutkuvienė

**Aim** of the study was to investigate the chemical composition of *Shungite* saturated water as well as to identify its effect on the development of the *Wistar* line white rat embryos.

**Material and methods.** 16 *Wistar* line adult rats and 121 embryos were used in the study. *Shungite* stones of two different brands were placed in the plain drinking water according to instructions. The experimental rats were given *Shungite* saturated tapped water, while control rats were given tapped water. All the rats were mated following standard mating procedures. At the 21st day of gestation, rats were anaesthetized; embryos were dissected from the uterus and examined for weight, height and uterine resorptions. The embryos were fixed in 96% alcohol solution (to detect ossification abnormalities) and Bouin's solution (to identify internal and external defects).

**Results.** The concentration of Cd, Cu, Mn, Al, Zn and Ni increased after *Shungite* saturation. Also, it was found that the embryos from the experimental group were shorter than those of the control group ( $p < 0.05$ ). Maternal rats from the experimental group had uterine resorptions that accounted for 10.44% of the embryos. Microscopic rat embryo examination revealed no internal or external developmental defects or skeletal abnormalities.

**Conclusions.** *Shungite* saturated water influences growth and development of the rat embryos: we observed an increase in foetal embryo mortality as well as a decrease in offspring body length.

**Keywords:** shungite, water, heavy metals, the offspring of rats.

## LITERATŪRA

1. Onegos ežero paslaptys [žiūrėta 2013 m. gruodžio 3 d.]. Internetinė prieiga: <http://www.draugauki.me/2009/02/onegos-ezero-paslaptys/>
2. Asipavičienė S. Paslaptingasis šungitas [žiūrėta 2013 m. lapkričio 3 d.]. Internetinė prieiga: <http://www.naujasigselupis.lt/?p=6057>
3. Osipov E, Kondratavičius H, Osipov SE. MNT and medicine: natural fullerene-based water-soluble molecular complexes from shungite rocks. 1st Conference on Advanced Nanotechnology: Research, Applications, and Policy. Washington, DC Area, 2004.
4. Osipov E, Kondratavičius H, Osipov S. Naujas enterosorbentas. Lietuva, patentas 5447. 2007.
5. Ульянова ИИ. Шунгит – волшебный камень здоровья. Москва: Рипол Классик, 2007.
6. Shungite – Source of Life; [cited 2013 Sep 29]. Available from: <http://shungit-alliance.com/?q=catalog/2>
7. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution. World Health Organisation, 2007. Report No. 978 92 890 7179 6.
8. Platt B, Fiddler G, Riedel G, Henderson Z. Aluminium toxicity in the rat brain: histochemical and immunocytochemical evidence. *Brain Res Bull* 2001; 55(2): 257–67.
9. WHO. Aluminium. Geneva: World Health Organization, International Programme on Chemical Safety, 1997.
10. Sunderman Jr FW, Shen SK, Mitchell JM, Allpass PR, Damjanov I. Embryotoxicity and fetal toxicity of nickel in rats. *Toxicology and Applied Pharmacology* 1978; 43(2): 381–90.
11. Mas A, Holt D, Webb M. The acute toxicity and teratogenicity of nickel in pregnant rats. *Toxicology* 1985; 35(1): 47–57.
12. Keen CL, Uriu-Hare JY, Hawk SN, Jankowski MA, Daston GP, Kwik-Urbe CL, et al. Effect of copper deficiency on prenatal development and pregnancy outcome. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1998; 67(5): 1003S–11S.
13. Yamaguchi M, Takahashi K, Okada S. Zinc-induced hypocalcemia and bone resorption in rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 1983; 67(2): 224–8.
14. Lastra MD, Saldivar L, Martinez K, Munguia N, Marquez C, Aguilar AE. Zinc concentrations during mice gestation. *Biological Trace Element Research* 2005; 105(1–3): 205–14.
15. Gambling L, McArdle HJ. Iron, copper and fetal development. *The Proceedings of the Nutrition Society* 2004; 63(4): 553–62.
16. Ferm VH, Hanlon DP. Toxicity of copper salts in hamster embryonic development. *Biology of Reproduction* 1974; 11(1): 97–101.
17. Gilbert SG, Rice DC. Low-level lifetime lead exposure produces behavioral toxicity (Spatial discrimination reversal) in adult monkeys. *Toxicology and Applied Pharmacology* 1987; 91(3): 484–90.
18. Vodela JK, Lenz SD, Renden JA, McElhenney WH, Kemppainen BW. Drinking water contaminants (arsenic, cadmium, lead, benzene, and trichloroethylene). 2. Effects on reproductive performance, egg quality, and embryo toxicity in broiler breeders. *Poultry Science* 1997; 76(11): 1493–500.
19. Efremova SV. Water treatment with a shungite sorbent and biosorbents on its base. *Russ J Appl Chem* 2006; 79(3): 397–402.
20. Sekhon BS. Nanoprobes and their applications in veterinary medicine and animal health. *Research Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 2012; 2(1): 1–16.
21. Charykova MV, Borneyakova II, Polekhovskii YS, Charykov NA, Kustova EV, Arapov OV. Chemical composition of extracts from shungite and “shungite water”. *Russ J Appl Chem* 2006; 79(1): 29–33.