

## SUNKIŲJŲ METALŲ (Pb, Cd ir Hg) KIEKIS SUMEDŽIOTŲ LAUKINIŲ ŽVĖRIŲ RAUMENYSE IR VIDAUS ORGANUOSE

Mindaugas Malakauskas, Gražina Januškevičienė, Juozas Vaitkus

Lietuvos veterinarijos akademija, Zoohigienos ir maisto produktų sanitarijos katedra

Tilžės g. 18, LT-3022 Kaunas; tel. 8 37 36 26 95; el. paštas: [mindaugas@lva.lt](mailto:mindaugas@lva.lt)

**Santrauka.** Maistui medžiojami laukiniai žolėdžiai (elniniai) – stirnos (*Capreolus capreolus*), taurieji elniai (*Cervus elaphus*), šiaurės elniai (*Rangifer tarandus*), briedžiai (*Alces alces*) ir šernai (*Suis scrofa*) yra geri bioindikatoriai, rodantys aplinkos užterštumą kenksmingosiomis medžiagomis. Nustatyti kenksmingąsias medžiagas, tokias kaip sunkiuosius metalus ar pesticidus, laukinių gyvūnų audiniuose ir organuose yra svarbu siekiant užtikrinti, kad jų kiekis maisto produktuose neviršytų žmonių sveikatai nepavojingo kiekio.

Atlikti tyrimai parodė, kad mėsai medžiojamų laukinių gyvūnų raumeniniame audinyje (žvėrienoje) vidutinis sunkiųjų metalų kiekis (Pb Md=0,044 mg/kg; Cd Md=0,02 mg/kg; Hg<0,001 mg/kg) neviršija didžiausios leistinos koncentracijos (DLK, pagal Lietuvos higienos normą HN 54:2001) (Pb DLK=0,1 mg/kg, Cd DLK=0,05 mg/kg). Vidaus organuose sunkiųjų metalų yra daugiau nei raumeniniame audinyje (kepenyse: Pb Md=0,062 mg/kg; Cd Md=0,257 mg/kg; Hg=0,001 mg/kg; inkstuose: Pb Md=0,11 mg/kg; Cd Md=0,714 mg/kg; Hg=0,045 mg/kg), tačiau taip pat neviršija didžiausios subproduktuose leistinos sunkiųjų metalų koncentracijos. Nors kai kuriuose tirtuose mėginiuose sunkieji metalai ir viršijo higienos normoje leidžiamą kiekį, tai nesukelia pavojaus vartotojų sveikatai dėl labai mažai iri retai vartojamų šių produktų.

**Raktažodžiai:** sunkieji metalai, elniniai, šernai, žvėriena.

## AMOUNT OF HEAVY METALS – LEAD, CADMIUM AND MERCURY – IN WILD GAME SAMPLES HUNTED FOR FOOD

**Summary.** Wildlife (cervids) hunted for food – roe deer (*Capreolus capreolus*), deer (*Cervus elaphus*), reindeer (*Rangifer tarandus*), moose (*Alces alces*) and wild boar (*Suis scrofa*) are good bioindicators reflecting contamination of ecosystem by toxic chemical substances. Determination of toxic chemical substances, such heavy metals or pesticides in wildlife tissues and internal organs is important seeking to ensure that amount of toxic substances are not exceeding permissible level and are safe for consumption.

Investigation showed that average of the heavy metals in game meat (Pb Md=0,044 mg/kg; Cd Md=0,02 mg/kg; Hg<0,001 mg/kg) do not exceed maximum permissible level according Hygiene Norm HN 54-2001 (Pb DLK=0,1 mg/kg, Cd DLK=0,05 mg/kg). The highest concentration of heavy metals has been found in viscera of game (liver: Pb Md=0,062 mg/kg; Cd Md=0,257 mg/kg; Hg=0,001 mg/kg; kidney: Pb Md=0,11 mg/kg; Cd Md=0,714 mg/kg; Hg=0,045 mg/kg), but have not exceed maximum permissible level according Lithuanian Hygiene Norm HN 54-2001. Even in few investigated samples level of the heavy metals exceed maximum allowed level but due to low and very seldom consumption of game meat and liver it does not endanger for consumer health.

**Keywords:** heavy metals, game meat, cervids, wild boar.

**Įvadas.** Žmogaus veikla neatskiriamai susijusi su vis aktyvesniu poveikiu gamtai. Pastaraisiais metais ypač svarbi tampa aplinkos užterštumo problema, kuri iš lokalinės perauga į regioninę ir palaipsniui įgauna globalinį pobūdį (Juknys 1994; Lopez Alonso, 2000; Medvedev, 1999; Kuiters 1996). Į aplinką patenkančių toksinių cheminių elementų bei kitų teršalų šaltiniai labai įvairūs: mazutu kūrenamos katilinės, šiluminės elektrinės, cemento bei trąšų gamyklos, automobilių išmetamos dujos ir tepalai, žemės ūkyje naudojamos cheminės medžiagos ir pan. Žmonija, be atvangos naudodamasi žemės ištekliais bei skatindama civilizacijos vystymąsi, ne visada užtikrina gamtinės aplinkos apsaugą nuo įvairių cheminių ar biologinių teršalų. Kai kurie teršalai tiesiogiai kelia grėsmę žmonių sveikatai, kiti įvairiais būdais patenka į mitybines grandis ir žmonių bei gyvūnų organizmą ir tokiu būdu kelia grėsmę sveikatai. Kai kurie sunkieji metalai – švinas (Pb), kadmio (Cd) ir gyvsidabris (Hg), išsiskiriantys savo toksiškėmis savybėmis, daugiausia per maisto grandinę patenka į žmonių organizmą ir gali sąlygoti sveikatos sutrikimus.

Maistui medžiojami laukiniai žolėdžiai (elniniai) – stirnos (*Capreolus capreolus*), taurieji elniai (*Cervus elaphus*), šiaurės elniai (*Rangifer tarandus*), briedžiai (*Alces alces*) ir šernai (*Suis scrofa*) pasirodė esą geri bioindikatoriai, rodantys aplinkos užterštumą (Kuiters, 1996, Lusky, 1997, Medvedev, 1999, Tataruch, 1995). Nuo 1980 metų Vidurio Europos ir Skandinavijos šalyse toksinių medžiagų kaupimosi stebėjimas medžiojamų maistui gyvūnų audiniuose yra įtrauktas į aplinkos stebėsenos programas. Dažniausiai maistui sumedžiotų gyvūnų audiniuose ir organuose tiriama sunkiųjų metalų (kadmio, švino, gyvsidabrio), radionuklidų (cezio 134 ir 137) ir pesticidų (dichlorodifeniltrichloroetano (DDT), heksachlorcikloheksano (HCH), heksachlorbenzolo (HCB) bei jo metabolitų ir kt.) ir polichlorintų bifeniilų likučių kiekis (Frank, 2000; Wolkers, 1994; Lopez Alonso, 2000; Medvedev, 1999; Bachour, 1998).

Apie sunkiuosius metalus laukinės faunos raumeniniame audinyje Lietuvos mokslinės literatūros šaltiniuose informacijos yra labai mažai, o apie jų kaupimąsi vidaus organuose paskelbtų duomenų nepavyko rasti.

**Darbo tikslas** – nustatyti sunkiųjų metalų – švino, kadmio ir gyvsidabrio kiekį žvėrienoje ir jos subproduktuose bei įvertinti jų tinkamumą maistui.

**Tyrimo medžiaga ir metodika.** Sunkiesiems metalams nustatyti buvo surinkti šernų, elnių, stirnų ir briedžių raumenų, kepenų ir inkstų mėginiai (atitinkamai 42, 45 ir 49 vnt.) iš trijų Lietuvos rajonų – Kauno, Panevėžio ir Zarasų. Tyrimams visi kepenų ir inkstų mėginiai buvo imti tik ką žvėrį nušovus, pirminio skerdinio apdoravimo metu. Kepenų mėginiai imti iš kepenų kairiosios lateralinės skilties, o inkstų mėginį sudarė ne mažiau kaip pusė arba visas inkstas (jei kepenys ar inkstai būdavo mechaniškai pažeisti kulku bei šratu, ar šiuose organuose nustatyti išplitę patologoanatominiai pakitimai, tokių organų mėginiai nebuvo imami, siekiant didesnio tyrimų tikslumo). Sunkiųjų metalų kaupimuisi raumenyse nustatyti mėginiai imti iš kaklo paskutinio trečdaliao raumenų tuoj pat nušovus žvėrį (jei iš karto lupamas kailis) arba po 5–9 valandų, kailį nulupus. Mėginiai buvo supakuoti į maisto produktams skirtus polietilenuosius maišelius ir, kol bus atlikti tyrimai, per 5–6 valandas užšaldyti  $-20^{\circ}\text{C}$  temperatūroje.

Pb ir Cd kiekis nustatytas atomo absorbcijos spektroskopu AA-6800 (Shimadzu) laikantis gamintojo instrukcijų (optiniai parametrai:  $\lambda = \text{Pb } 283,3 \text{ nm}$  Cd  $228,8 \text{ nm}$ , Deuterio lempos korekcija). Atomizacija atlikta šiomis sąlygomis: pirolizės temperatūra –  $800^{\circ}\text{C}$ , atomizacijos temperatūra –  $2400^{\circ}\text{C}$ . Kalibruota laikantis šių reikalavimų: Pb 2,5–20 ppb, Cd 0,25–1,5 ppb koncentracijos ribose tiesinė priklausomybė, koreliacijos koeficientas  $>0,995$ , atliekama ne mažiau kaip trys matavimai (2 pakartojimai).

Hg kiekis mėginiuose matuotas atomo absorbcijos spektroskopu AA-6800 su hidrido garų generatoriumi HVG-1 (Shimadzu) laikantis gamintojo instrukcijų (optiniai parametrai:  $\lambda = 253,7 \text{ nm}$ , Deuterio lempos korekcija). Atomizacijos sąlygos: reduktorius 0,4%  $\text{NaBH}_4$ , kambario temperatūra, Ar srautas 70 ml/min. Kalibruota laikantis šių sąlygų: 0,5–4 ppb koncentracijos ribose tiesinė priklausomybė, koreliacijos koeficientas  $>0,995$ , atlikti ne mažiau kaip trys matavimai (2 pakartojimai).

Statistinė duomenų analizė atlikta „Stata“ (Intercooled Stata 6.0 for Windows<sup>®</sup>, Stata Corporation 1999) ir JMPIN (JMPIN Version 3.2.6 for Windows<sup>®</sup> SAS Institute) statistiniais paketais. Grafinė gautų duomenų analizė atlikta naudojant Box–Whisker diagramas.

**Tyrimo rezultatai.** Atlikus tyrimus nustatyta, kad vidutinis Pb kiekis tirtuose laukinės faunos raumeninio audinio mėginiuose buvo  $\text{Md}=0,044 \text{ mg/kg}$  (1 pav.). Iki pirmojo kvartilio Pb kiekis svyruoja nuo 0,021 iki 0,03 mg/kg. Tarp pirmojo ir trečiojo kvartilų švino kiekis svyruoja labiau, nuo 0,03 iki 0,054 mg/kg. Maksimalus nustatytas švino kiekis, neišsiskiriantis iš kitų rezultatų, buvo 0,059 mg/kg. Trijuose laukinės faunos raumeninio audinio mėginiuose buvo nustatytas išskirtinai didelis švino kiekis, kuris viršijo didžiausią leidžiamą koncentraciją –  $\text{DLK}=0,1 \text{ mg/kg}$  (Lietuvos higienos norma HN 54:2001). Maksimalus Pb kiekis – 0,122 mg/kg nustatytas daugiau kaip 3 metų elnio patelės, nušautos Panevėžio rajono miške, raumeniniame audinyje. Daugiau kaip 3 metų amžiaus šerno, nušauto Kauno rajono miške ir daugiau kaip 3 metų elnio, nušauto taip pat Kauno rajono

miške, raumeniniame audinyje nustatytas Pb kiekis buvo atitinkamai 118 mg/kg ir 0,115 mg/kg.

Laukinės faunos raumeniniame audinyje kadmio rasta mažiau nei švino. Vidutinis kadmio kiekis buvo  $\text{Md}=0,02 \text{ mg/kg}$  (2 pav.). Iki pirmojo kvartilio Cd daugis svyravo tik 0,004 mg/kg, tarp pirmojo ir trečiojo – 0,027 mg/kg ribose. Nustatytas maksimalus Cd kiekis – 0,052 mg/kg – nežymiai viršijo DLK, t. y. 0,05 mg/kg. Nei viename tirtame mėginyje nenustatyta išskirtinai didelio kadmio kiekio.

Atlikti pirmųjų septynių raumeninio audinio mėginių tyrimai Hg atžvilgiu parodė, kad juose gyvsidabrio yra mažiau kaip 0,001 mg/kg (t. y. mažiau nei minimali nustatyta riba). Tad buvo nuspręsta raumeninio audinio mėginių nebentirti.

Atlikus kepenų mėginių tyrimus, nustatytas didesnis sunkiųjų metalų kiekis nei raumeniniame audinyje. Vidutinis Pb kiekis tirtuose laukinės faunos kepenų mėginiuose buvo  $\text{Md}=0,062 \text{ mg/kg}$  (3 pav.). Iki pirmojo kvartilio Pb svyruoja nuo 0,013 iki 0,054 mg/kg. Tarp pirmojo ir trečiojo kvartilų švino daugis svyruoja nuo 0,054 iki 0,136 mg/kg. Maksimalus švino kiekis, neišsiskiriantis iš kitų rezultatų, buvo 0,175 mg/kg. Trijuose laukinės faunos kepenų mėginiuose buvo rasta išskirtinai daug švino, bet jis neviršijo nustatyto DLK subproduktuose ( $\text{DLK}=0,5 \text{ mg/kg}$ ). Maksimalus Pb kiekis – 0,386 mg/kg – nustatytas daugiau kaip 3 metų briedžio patelės, nušautos Zarasų rajono miške, kepenyse. Daugiau kaip trijų metų šerno, nušauto Kauno rajono miškuose, kepenyse nustatyta 0,118 mg/kg Pb ir daugiau kaip 3 metų elnio patelės, nušautos Panevėžio rajono miške, rasta 0,115 mg/kg Pb.

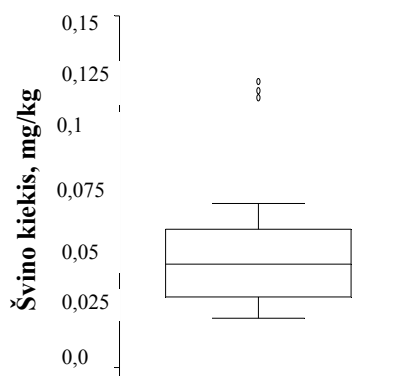
Vidutinis kadmio daugis tirtuose laukinės faunos kepenų mėginiuose buvo  $\text{Md}=0,257 \text{ mg/kg}$  (4 pav.). Iki pirmojo kvartilio Cd kiekis svyruoja nuo 0,013 iki 0,111 mg/kg. Tarp pirmojo ir trečiojo kvartilų kadmio kiekis svyruoja labiau – nuo 0,111 iki 0,970 mg/kg. Maksimalus švino kiekis, neišsiskiriantis iš kitų rezultatų, buvo 1,998 mg/kg ir viršijo didžiausią leidžiamą šio metalo kiekį subproduktuose ( $\text{DLK}=0,5 \text{ mg/kg}$ ). Viename kepenų mėginyje (iki 3 metų elnio, nušauto Kauno rajone) buvo aptikta išskirtinai daug kadmio – 2,893 mg/kg.

Gyvsidabrio laukinės faunos kepenų mėginiuose buvo nedaug, o 9 mėginiuose mažiau nei minimali nustatyta riba – 0,001 mg/kg. Vidutinis Hg kiekis buvo  $\text{Md}=0,007 \text{ mg/kg}$  (5 pav.). Iki pirmojo kvartilio Hg kiekis neviršijo 0,001 mg/kg. Tarp pirmojo ir trečiojo kvartilų Hg kiekis svyravo nuo 0,001 iki 0,045 mg/kg. Maksimalus nustatytas gyvsidabrio kiekis buvo 0,083 mg/kg ir ne viename tirtame mėginyje jo nerasta išskirtinai daug.

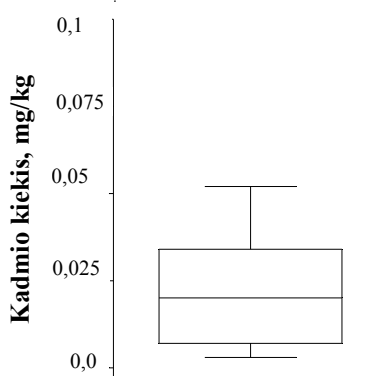
Laukinės faunos inkstų mėginiuose sunkiųjų metalų buvo daugiau nei raumeninio audinio ir kepenų mėginiuose. Vidutinis Pb kiekis inkstų mėginiuose buvo  $\text{Md}=0,110 \text{ mg/kg}$  (6 pav.). Iki pirmojo kvartilio Pb kiekis svyruoja labai siauru 0,017 mg/kg intervalu. Tarp pirmojo ir trečiojo kvartilų švino daugis svyruoja nuo 0,078 iki 0,171 mg/kg. Maksimalus švino kiekis, neišsiskiriantis iš kitų rezultatų, buvo 0,15 mg/kg. Trijuose inkstų mėginiuose buvo rasta išskirtinai daug švino, bet tik viename jų Pb viršijo DLK (0,5 mg/kg). Maksimalus Pb kiekis – 4,169 mg/kg – nustatytas daugiau kaip 3 metų stirnos patelės, nušautos Kauno rajono miške, inkstuose. Daugiau

kaip trijų metų amžiaus briedžio, nušauto Zarasų rajono miške, inkstuose nustatyta 0,369 mg/kg Pb, daugiau kaip

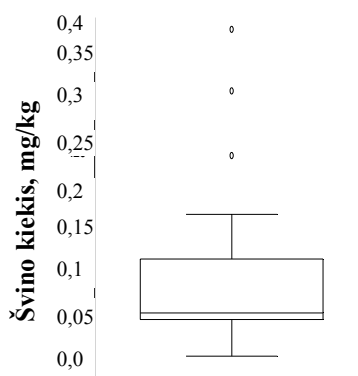
3 metų elnio patelės, nušautos Kauno rajono miške, atitinkamai 0,237 mg/kg.



|       | Švino kiekis, mg/kg |
|-------|---------------------|
| Min.  | 0,021               |
| 25%   | 0,030               |
| Md.   | 0,044               |
| 95%PI | 0,03-0,059          |
| 75%   | 0,054               |
| Maks. | 0,122               |



|       | Kadmio kiekis, mg/kg |
|-------|----------------------|
| Min.  | 0,003                |
| 25%   | 0,007                |
| Md.   | 0,02                 |
| 95%PI | 0,007-0,034          |
| 75%   | 0,034                |
| Maks. | 0,052                |

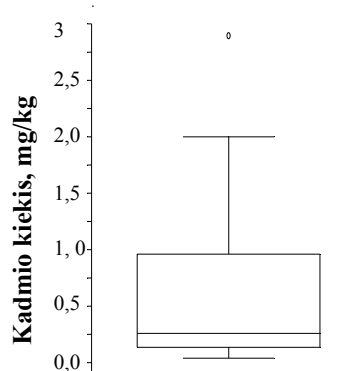


|       | Švino kiekis, mg/kg |
|-------|---------------------|
| Min.  | 0,013               |
| 25%   | 0,054               |
| Md.   | 0,062               |
| 95%PI | 0,055-0,124         |
| 75%   | 0,136               |
| Maks. | 0,386               |

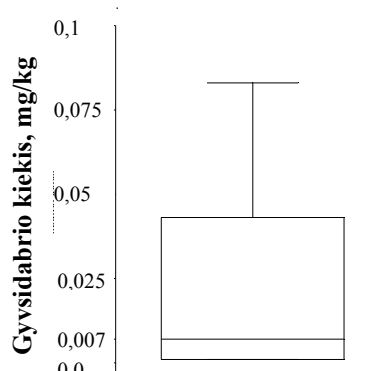
1 pav. Švino kiekio, tirtu laukinės faunos raumeninio audinio mėginiuose, Box-Whisker sklaidos diagrama

2 pav. Kadmio kiekio, tirtu laukinės faunos raumeninio audinio mėginiuose, Box-Whisker sklaidos diagrama

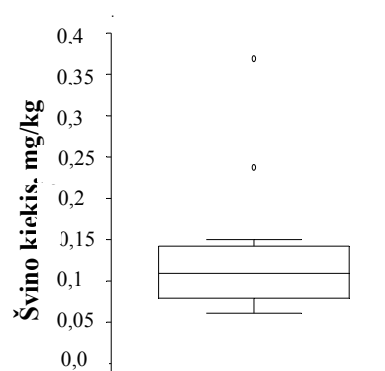
3 pav. Švino kiekio, tirtu laukinės faunos kepenų mėginiuose, Box-Whisker sklaidos diagrama



|       | Kadmio kiekis, mg/kg |
|-------|----------------------|
| Min.  | 0,039                |
| 25%   | 0,111                |
| Md.   | 0,257                |
| 95%PI | 0,133-0,961          |
| 75%   | 0,970                |
| Maks. | 2,893                |



|       | Gyvsidabrio kiekis, mg/kg |
|-------|---------------------------|
| Min.  | 0,001                     |
| 25%   | 0,001                     |
| Md.   | 0,007                     |
| 95%PI | 0,001-0,053               |
| 75%   | 0,045                     |
| Maks. | 0,083                     |



|       | Švino kiekis, mg/kg |
|-------|---------------------|
| Min.  | 0,061               |
| 25%   | 0,078               |
| Md.   | 0,110               |
| 95%PI | 0,075-0,237         |
| 75%   | 0,171               |
| Maks. | 4,169               |

4 pav. Kadmio kiekio, tirtu laukinės faunos kepenų mėginiuose, Box-Whisker sklaidos diagrama

5 pav. Gyvsidabrio kiekio, tirtu laukinės faunos kepenų mėginiuose, Box-Whisker sklaidos diagrama

6 pav. Švino kiekio, tirtu laukinės faunos inkstų mėginiuose, Box-Whisker sklaidos diagrama

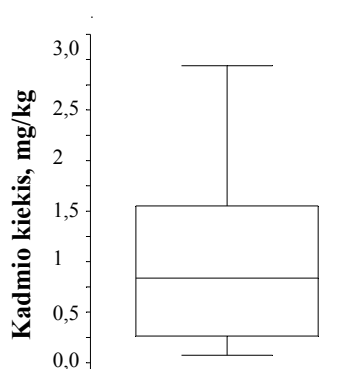
Vidutinis kadmio kiekis laukinės faunos inkstų mėginiuose buvo Md=0,714 mg/kg (7 pav.). Iki pirmojo kvartilio Cd kiekis svyruoja nuo 0,074 mg/kg iki 0,231

mg/kg. Tarp pirmojo ir trečiojo kvartilų kadmio kiekis svyruoja labiau – nuo 0,231 mg/kg iki 1,554 mg/kg. Maksimalus kadmio kiekis buvo 2,939 mg/kg. Reikia

pažymėti, kad kadmio kiekis iki trečiojo kvartilio jau viršijo didžiausią leidžiamą Cd koncentraciją inkstuose (1,0 mg/kg). Nė viename tirtame inkstų mėginyje nerasta išskirtinai daug kadmio.

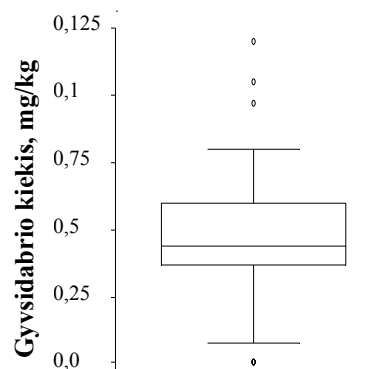
Vidutinis gyvsidabrio kiekis laukinės faunos inkstų mėginiuose buvo  $Md=0,045$  mg/kg (8 pav.). Keliuose inkstų mėginiuose gyvsidabris nesiekia minimalaus nustatyto kiekio – 0,001 mg/kg, o viename mėginyje jo išskirtinai mažai – 0,001 mg/kg – palyginti su kituose mėginiuose rastu gyvsidabriu. Iki pirmojo kvartilio Hg kiekiai svyruoja nuo 0,008 mg/kg iki 0,037 mg/kg. Tarp

pirmojo ir trečiojo kvartilų gyvsidabrio kiekis svyruoja nuo 0,037 mg/kg iki 0,078 mg/kg. Daugiausia Hg priskiriama trečiajam kvartilui – 0,08 mg/kg. Trijuose mėginiuose aptiktas gyvsidabrio kiekis išsiskyrė iš kitų tyrimo rezultatų. Maksimalus Hg kiekis inkstuose – 0,12 mg/kg, nustatytas iki 3 metų stimos inkstuose (stirna nušauta Zarasų rajono miškuose). Daugiau kaip 3 metų šerno, nušauto Kauno rajono miške, inkstuose nustatyta 0,105 mg/kg Hg, daugiau kaip 3 metų stimos patelės, nušautos Kauno rajono miške, – 0,1 mg/kg Hg.



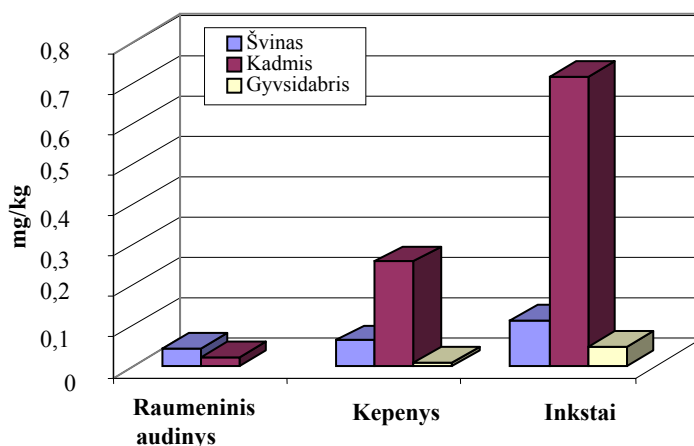
|       | Kadmio kiekis, mg/kg |
|-------|----------------------|
| Min.  | 0,074                |
| 25%   | 0,231                |
| Md.   | 0,714                |
| 95%PI | 0,138-1,565          |
| 75%   | 1,554                |
| Maks. | 2,939                |

7 pav. Kadmio kiekio, tirtu laukinės faunos inkstų mėginiuose, Box–Whisker sklaidos diagrama



|       | Gyvsidabrio kiekis, mg/kg |
|-------|---------------------------|
| Min.  | 0,001                     |
| 25%   | 0,037                     |
| Md.   | 0,045                     |
| 95%PI | 0,037-0,06                |
| 75%   | 0,078                     |
| Maks. | 0,12                      |

8 pav. Gyvsidabrio kiekio, tirtu laukinės faunos inkstų mėginiuose, Box–Whisker sklaidos diagrama



9 pav. Pb, Cd ir Hg kiekio (Md) skirtumas laukinės faunos raumeninio audinio, kepenų ir inkstų mėginiuose

Palyginę susikaupusių sunkiųjų metalų kieki raumeniniame audinyje, kepenyse ir inkstuose (9 pav.) nustatėme, kad mažiausiai švino buvo raumeninio audinio mėginiuose ( $Md=0,044$  mg/kg), kepenyse daugiau

( $Md=0,062$  mg/kg), o inkstuose daugiausia ( $Md=0,11$  mg/kg). Šis skirtumas statistškai patikimas –  $p<0,05$ .

Mažiausiai kadmio ( $Md=0,02$  mg/kg), lyginant su kepenimis ir inkstais rasta raumeninio audinio mėginiuose

(Md=0,257 mg/kg ir Md=0,714 mg/kg). Šis skirtumas statistiškai patikimas –  $p < 0,05$ . Nors vidutinis kadmio kiekis 2,78 karto didesnis inkstuose nei kepenyse, tačiau šis skirtumas statistiškai nepatikimas ( $p > 0,05$ ) dėl labai netolygaus kadmio kiekių pasiskirstymo tirtuose mėginiuose. Gyvsidabrio daugiau buvo inkstuose (Md=0,045 mg/kg) negu kepenyse (Md=0,007 mg/kg,  $P < 0,05$ ).

**Rezultatų aptarimas.** Sunkiųjų metalų tyrimas žvėrienoje parodė, kad daugiausia jų susikaupę vidaus organuose. Pagrindinėje medžioklės produkcijoje – raumeniniame audinyje arba žvėrienoje vidutinis Pb, Cd ir Hg kiekis buvo mažesnis nei kepenyse bei inkstuose ir neviršijo didžiausio leistino šių sunkiųjų metalų kiekio.

Tokią pačią sunkiųjų metalų kaupimosi tendenciją yra nustatę ir kiti autoriai, tyrinėję laukinių gyvūnų ir naminių gyvulių audinių užterštumą cheminiais teršalais (Gluck, 1991; Kottferova, 1998; Lopez Alonso, 2000; Lusky, 1994; Pokorny, 2000; Santiago, 1998; Treble, 1998). Įvairių autorių duomenimis, sunkiųjų metalų daugis žvėrienoje gali būti labai įvairus. Daugiausia jų rasta Karelijos laukinių gyvūnų audiniuose. N. Medvedev (1999) nustatė, kad briedienoje Pb kiekis svyruoja nuo 0,35 iki 3,75 mg/kg (vidutiniškai 1,43 mg/kg), Cd nuo 0,01 iki 0,38 mg/kg (vidutiniškai 0,11 mg/kg), šernienoje atitinkamai 0,15 – 0,45 mg/kg (vidutiniškai 0,27 mg/kg) ir 0,01–0,12 mg/kg (0,04 mg/kg). Briedžių vidaus organuose Pb ir Cd buvo daugiau, atitinkamai 0,38–8,25 mg/kg (vidutiniškai 1,69 mg/kg) ir 0,09–5,30 mg/kg (vidutiniškai 1,18 mg/kg) kepenyse, o 0,25–1,38 mg/kg (vidutiniškai 0,54 mg/kg) ir 0,16–13,3 mg/kg (vidutiniškai 4,78 mg/kg) inkstuose. Slovėnijos regione, kur yra švino lydykla, B. Pokorny ir C. Ribarič-Lasnik (2000) nustatė, kad stirmienoje švino kiekis svyravo nuo <0,05 mg/kg iki 0,55 mg/kg (vidutiniškai 0,05 mg/kg), kadmio – nuo <0,01 mg/kg iki 0,19 mg/kg (vidutiniškai 0,04 mg/kg). K. Lusky ir kiti mokslininkai (1994) tyrė sunkiųjų metalų kieki laukinės faunos audiniuose Vokietijoje, šių metalų rado mažiau. Stirmienos ir elnienos mėginiuose švinas neviršydavo 0,05 mg/kg, šernienos mėginiuose šio metalo kiekis svyravo nuo 0,05 mg/kg iki 0,17 mg/kg.

Mūsų atlikti švino ir kadmio kepenyse bei inkstuose tyrimų rezultatai panašūs į kitų autorių pateiktus rezultatus (Santiago, 1998), nors mažesni nei laukinių gyvūnų Lenkijoje (Falandysz, 1994; Swiergosz, 1993), Kvebeke (Crete, 1987) ir Naujajame Džersyje (New Jersey) (Stansley, 1991).

Mūsų tyrimų rezultatai parodė, kad tirtuose laukinės faunos mėginiuose švino yra mažiau nei naminių gyvulių mėsoje. P. Drulia ir kt. (1999) nurodo, kad, ištyrus 163 jautienos mėginius, net 145-iuose švino buvo tarp 0,2 ir 0,5 mg/kg, 12 mėginių nuo 0,1 iki 0,2 mg/kg (švino DLK mėsoje yra 0,1 mg/kg). Kiaulienoje iš 64 tirtų mėginių 38-iuose Pb kiekis svyravo tarp 0,2 ir 0,5 mg/kg, dar 25 mėginiuose – 0,1–0,2 mg/kg. Č. Jukna ir kiti tyrėjai (1997) taip pat nustatė didelį švino kiekį karvių ir buliukų raumenyse, atitinkamai 0,14–0,22 mg/kg ir 0,14–0,21 mg/kg (vidurkiai). Tuo tarpu mūsų tirtuose laukinių gyvūnų raumeninio audinio mėginiuose vidutinis Pb kiekis buvo tik 0,044 mg/kg (trijuose tirtuose mėginiuose, kuriuose nustatyta išskirtinai daug švino, maksimalus daugis neviršijo 0,122 mg/kg). Laukinių gyvūnų kepenyse ir inkstuose radome panašų Pb ir Cd kiekį, kaip ir kiti

autoriai naminių gyvulių vidaus organuose (Drulia, 1999; Jukna ir kiti, 1997a; Jukna, 1997b).

Remdamiesi tyrimų rezultatais galime teigti, kad vidutinis sunkiųjų metalų kiekis sumedžiotų žvėrių mėsoje bei kepenyse neviršija didžiausių leistinų normų ir iš tokios žvėrienos galima pagaminti saugius maisto produktus.

Keliuose tirtuose raumeninio audinio, kepenų ir inkstų mėginiuose švino, kadmio ir gyvsidabrio buvo išskirtinai daug. Kitų autorių darbuose taip pat nurodoma, kad pavieniuose mėginiuose sunkiųjų metalų kiekis yra neįprastai didelis arba itin mažas. Tokius išskirtinius atvejus sunku paaiškinti, kadangi apie žvėries gyvenamosios aplinkos tam tikrus abiotinius ir biotinius veiksnius, lemiančius didesnę ar mažesnę sunkiųjų metalų sankaupą žvėries organizme, dažniausiai nieko nežinoma.

Įvairūs mokslininkai nurodo, kad laukinių gyvūnų mitybos ypatumai turi didelės įtakos sunkiųjų metalų kaupimuisi audiniuose (Gluck, 1991; Kottferova, 1998; Lopez Alonso, 2000; Lusky, 1994; Pokorny, 2000; Santiago, 1998; Treble, 1998). Laukinių gyvūnų mitybos pagrindą sudaro įvairių išsivystymo fazių augaliniai pašarai, su kuriais, taip pat ir su užterštu oru, sunkieji metalai patenka į gyvūnų organizmą. Augalų užterštumas sunkiaisiais metalais priklauso nuo aplinkos užterštumo – sunkieji metalai į augalus patenka iš dirvožemio ir augalo antžeminės dalies absorbcijos būdu (Bjork, 1995; Frank, 1986; Peterson, 1979; Tjell, 1979; Wolkers, 1994). Skirtingose geografiniu požiūriu vietovėse skiriasi dirvožemio ir atmosferos užterštumas cheminiais teršalais. Pavyzdžiui, pagal aplinkos apsaugos stebėsenos duomenis švino kiekis smėlingose Vilniaus rajono vietovėse neviršija 10 mg/kg, o sunkaus priemolio ir molio dirvožemyje (kai kuriose Kelmės, Šilutės, Prienų ir kt. rajonuose) siekia 22–25 mg/kg (švino DLK dirvožemyje yra 100 mg/kg). M. Vaičys ir kiti autoriai (1998) nurodo, kad Lietuvoje sunkieji metalai viršija DLK tik dirvožemiuose prie stambių lokalinio teršimo šaltinių bei automagistralių. Tokiu būdu padidintos taršos (įvairiomis cheminėmis medžiagomis) pašarai bei gyvenamoji aplinka skatina didesni cheminių elementų kaupimąsi gyvūnų audiniuose.

**Išvados.** Mėsai medžiojamų laukinių gyvūnų raumeniniame audinyje (žvėrienoje) sunkiųjų metalų yra nedaug (Pb Md=0,044 mg/kg; Cd Md=0,02 mg/kg; Hg<0,001 mg/kg) ir neviršija Lietuvos higienos normoje HN54:2001 „Maisto produktai. Didžiausios leidžiamos teršalų ir pesticidų likučių koncentracijos“ nurodytų didžiausių leidžiamų tirtų sunkiųjų metalų koncentracijų (Pb ir Cd DLK=0,05 mg/kg). Vidaus organuose sunkiųjų metalų kiekis didesnis nei žvėrienoje (kepenyse: Pb Md=0,062 mg/kg; Cd Md=0,257 mg/kg; Hg=0,001 mg/kg; inkstuose: Pb Md=0,11 mg/kg; Cd Md=0,714 mg/kg; Hg=0,045 mg/kg), tačiau taip pat neviršija didžiausių leidžiamų sunkiųjų metalų koncentracijų subproduktuose (valgomuosiuose subproduktuose Pb DLK=0,5mg/kg, kepenyse Cd DLK=0,5 mg/kg ir inkstuose Cd DLK=1,0 mg/kg).

#### Literatūra

1. Bachour G., Failing K. Georgii S., Elmadfa I., Brunn H. Species and Organ Dependence of PCB Contamination in Fish, Foxes, Roe Deer and Humans. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 1998. Vol. 35

P. 666–673.

2. Bjork L., Savickienė N., Savickas A. Sunkiųjų metalų (švino, kadmio) kiekio priklausomybės nuo augalo genotipo tyrimas. *Medicina*. Vilnius. 1995. T. 31. P. 279–282.

3. Crete M., Potvin F., Walsh P., Benedetti J.L. et al. Pattern of cadmium contamination in the liver and kidneys of moose and white-tailed deer in Quebec. *Sci. Total Environ.* 1987. Vol. 66. P. 45-53.

4. Druļa P., Drebeckas V., Šataitė J. ir kt., "Sunkiųjų metalų koncentracijos maisto produktuose, žaliavose, pašaruose ir vandenyje tyrimai". Konferencija "Aktualūs medžiagų apykaitos klausimai". Vilnius. 1999. P. 287

5. Falandysz J. Some toxic and trace metals in big game hunted in the northern part of Poland in 1987–1991. *Sci. Total. Environ.* 1994. Vol. 141. P. 59-73.

6. Frank A. In search of biomonitors for cadmium: cadmium content of wild Swedish fauna during 1973–1976. *Sci. Total Environ.* 1986. Vol. 57. P. 57-65.

7. Gluck B., Hahn Jurgen. Schadstoffbelastung von Wild. *Fleischwirtsch.* 1991. Vol. 71 (2). P. 64-67

8. Jukna Č. ir Jukna V. Sunkiųjų metalų susikaupimas įvairiuose galvijų raumenyse. *Žemės ūkio mokslai.* 1997a. T. 3. P. 74-77.

9. Jukna V. Sunkiųjų metalų kaupimasis galvijų vidaus organuose. *Veterinarija ir Zootechnika.* 1997b. T. 3 (25) P. 87–89.

10. Juknys R. Lietuvos gamtinė aplinka. Būklė, procesai, tendencijos. *Aplinkos apsaugos ministerija.* Vilnius. 1994. P. 113.

11. Klaassen C.D., Amdur M.O. et al. Casarett and Doulls Toxicology. The Basic Science of Poisons. 5<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill Comp. Inc. 1996. P. 1111.

12. Kottferova J., Korenekova B. Distribution of Cd and Pb in the Tissues and Organs of Free-living Animals in the Territory of Slovakia. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1998. Vol. 60. P. 171–176.

13. Kuiters A.T. Accumulation of cadmium and lead in red deer and wild boar at the Veluwe, the Netherlands. *The Veterinary Quarterly.* 1996, Vol. 18, Supp. 3. P. 134–135.

14. Lopez Alonso M., Benedito J.L., Miranda M., Castillo C. et al. Arsenic, cadmium, lead, copper and zinc in cattle from Galicia, NW Spain. *The Science of the Total Environmental.* 2000. Vol. 246. P. 237-248.

15. Lusky K., Lippert A. et al. Untersuchungen auf Umweltkontaminanten in Reh-, Rot-, Dam-, Muffel- and Schwarzwild. *Fleischwirtschaft.* 1994. Vol. 74(2). P. 189-191.

16. Lusky K., Lippert A. et al. Wild als Indikator für Schadstoffbelastung. Untersuchungsergebnisse aus den neuen Bundesländer. *Fleischwirtschaft.* 1997. Vol. 77(3). P. 276–279.

17. Medvedev N. "Levels of heavy metals in Karelian wildlife, 1989-91" *Env.Monit.and Asses.* 1999. Vol. 56. P. 177-193.

18. Peterson P.J., Alloway B.J. Cadmium in soils and vegetation. In: M. Webb (Ed.) *The Chemistry, Biochemistry and Biology of Cadmium.* Vol.2. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, New York, Oxford. 1979. P. 45-92.

19. Pokorny B., Ribarič-Lasnik C. Lead, cadmium and zinc in tissues of roe deer (*Capreolus capreolus*) near the lead smelter in the Koroska. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2000. Vol. 64. P. 27-32.

20. Santiago D., Motas-Guzman M., Reja A. et al. Lead and Cadmium in Red Derr and Wild Boar from Sierra Morena Mountains. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1998. Vol. 61. P. 730-737.

21. Stansley W., Roscoe D.E., Hazen R.E. Cadmium contamination of deer livers in New Jersey; human health risk assesment. *Sci. Total Environ.* 1991. Vol. 107. P. 71-82.

22. Swiergosz R., Perzanowski K., Makosz U., Birek I. The incidence of heavy metals and other toxic elements in big game tissues. *Sci. Total Environ. Supl.* 1993. Vol. 1. P. 225-231.

23. Tataruch F. Red deer antlers as biomonitors for lead contamination. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1995. Vol. 55. P. 332–337.

24. Tjell J.C., Hovmand M.F., Mosbaek H. Atmospheric lead pollution of grass grown in a background area in Denmark. *Nature.* 1979. Vol. 280. P. 425-426.

25. Treble R.G., Thompson T.S. Trace Metals in Moose (*Alces alces*) Liver. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1998. Vol. 60. P. 531-537.

26. Vaičiūnas M., Raguotis A., Armolaitis K. ir kt. Pirmojo Lietuvos regioninio miško dirvožemių monitoringo rezultatai ir problemos. *Dirvožemio ir agroekosistemų monitoringas.* Vilnius. 1998. P. 45.

27. Wolkers H., Wensing T., Bruinderink Geert W.T.A. Heavy metal contamination in organs of red deer (*Cervus elaphus*) and wild boar (*Sus scrofa*) and the effect on some trace elements. *The Science of the Total Environmental.* 1994. Vol. 144. P. 191–199.