



PUŠIES (*PINUS SYLVESTRIS* L.) BIOMASĖS IR ^{137}Cs SAVITOJO AKTYVUMO MEDIENOJE SAŠAJOS TYRIMAS

Donatas Butkus¹, Ingrida Pliopaitė Bataitienė²

Aplinkos apsaugos katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva. El. paštas: ¹aak@ap.vtu.lt, ²ingrida.pl@gmail.com

Įteikta 2006 04 18; priimta 2006 05 17

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjama dirbtinės kilmės radionuklido ^{137}Cs savitojo aktyvumo ir biomasės kaitos pušies (*Pinus sylvestris* L.) kamieno medienoje sąsaja. ^{137}Cs savitasis aktyvumas buvo matuotas medienos metinių rievų segmentų bandinių pelenuose. Pušies biomasės kaita vertinta pagal pušies medienos metinių rievų segmento masę bei pušies medienos tankį, nustatytus ruošiant medienos bandinius spektrometrinei analizei.

Paaiškėjo, kad pušies medienos biomasė netiesiškai kinta priklausomai nuo medžio amžiaus. Biomasei kintant esti laikotarpis (25–55 augimo metais), kai biomasės prieaugio sparta sumažėja (1959–1990 m.).

^{137}Cs savitojo aktyvumo kaita medienoje priklauso nuo jos biomasės augimo spartos. Didžiausio biomasės prieaugio metu ^{137}Cs savitasis aktyvumas medienoje kito nuo $0,3 \pm 0,1$ iki $13,4 \pm 2,7 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ir vidutiniškai buvo $4,3 \pm 1,1 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$. Mažiausio pušies biomasės prieaugio laikotarpiu ^{137}Cs savitasis aktyvumas medienoje kito nuo $1,8 \pm 0,7$ iki $20,6 \pm 5,3 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ir vidutiniškai buvo $9,6 \pm 2,6 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$. Be to, ^{137}Cs savitojo aktyvumo medienoje kaitai tiesioginės įtakos turėjo radioaktyvioji užtarša branduolinio ginklo bandymų metu ir po Černobylio atominės elektrinės avarijos bei ^{137}Cs patekimas į medieną per šaknų sistemą, radionuklidams migruojant dirvožemyje.

Prasminiai žodžiai: biomasė, ^{137}Cs savitasis aktyvumas, metinės rievės, pušis (*Pinus sylvestris* L.).

1. Įvadas

Radionuklidų jonizuojančioji spinduliuotė veikia aplinką ir jos komponentus. Sumedėję augalai tarsi filtrai surenka radionuklidus iš atmosferos. Į dirvožemį radionuklidai patenka ne tik iš atmosferos, bet ir nuo medžių nuplauti kritulių, nubyrėję su teršalais nuo lajos. Dirvožemyje dėl difuzijos ir konvekcinių pernašos radionuklidai migruoja. Galima ir vertikaliajai, ir horizontaliojai radionuklidų pernaša. Pasiekę šaknis, radionuklidai per jas patenka į augalus [1–3].

Norint įvertinti radionuklidų kaupimosi augale masę, svarbu atsižvelgti į augalo biomasės kaitą, nes skirtingos brandos augalai skirtingai kaupia biomasę, o kartu – ir radionuklidus. Augalui šaknimis pasisavinant maistines medžiagas, vyksta ne tik augimo, bet ir radionuklidų įsavinimo procesas, kuris priklauso nuo daugelio aplinkos veiksnių [4–6].

Pagrindinę pušies (*Pinus sylvestris* L.) biomasės dalį (81,3 %) sudaro kamienas. Visa kita – mažesnės biomasės dalys: šakos – 15,2 %, spygliai – 3,5 % antžeminės biomasės; požeminė pušies biomasė vidutiniškai yra 10 % antžeminės biomasės [6].

Sumedėjusiame augale radionuklidų kaupimosi sparta priklauso nuo augalo brandos (amžiaus), augimo sąlygų, radioaktyviosios užtaršos. Žinomi du pagrindiniai užtaršos radionuklidais etapai: branduolinio ginklo bandymų ir Černobylio atominės elektrinės katastrofos laiko-

tarbiai. Šiais laikotarpiais kito ir radionuklidų kaupimasis augaluose. Be to, radionuklidų pernašos iš dirvožemio į medį koeficientas priklauso ir nuo medžio biomasės augimo spartos.

Šio darbo pagrindinis tikslas – nustatyti, kaip ^{137}Cs savitasis aktyvumas pušies (*Pinus sylvestris* L.) medienoje priklauso nuo augalo biomasės kaitos.

2. Medienos biomasės ir ^{137}Cs savitojo aktyvumo medienoje nustatymas

Eksperimentiškai yra nustatyta, kad 5–100 m. amžiaus pušies (*Pinus sylvestris* L.) biomasę galima aprašyti formule [7]:

$$B_p = 6,54 \cdot M - 11,86, \quad (1)$$

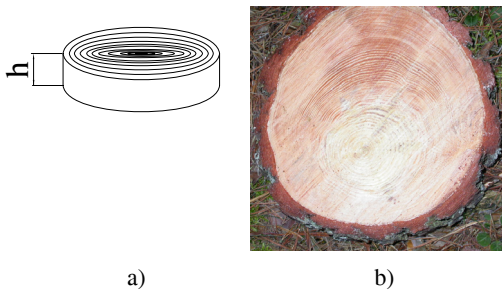
M – pušies amžius, m.; B_p – pušies biomasė, kg.

Medžio kamienas – didžioji biomasės dalis, todėl šiame straipsnyje analizuojama kamieno biomasės ir radionuklidų savitojo aktyvumo jame kaita.

Radionuklidų savitajam aktyvumui kamienne nustatyti paimtas bandinys – ritinys, kurio aukštis – 3–5 cm (1 pav.).

Dažniausiai bandiniai imami trijose kamieno srityse: 1 m aukštyje nuo paklotės; 1/2 kamieno aukštyje; 3/4 kamieno aukštyje.

Kamieno bandiniai pagal metus kas 1–2 rieves [3, 5] buvo skaldomi į skaleles. Suskaldyti pasverti, išdžiovinti



1 pav. Kamieno bandinio schema (a) ir kamieno bandinio pavyzdys (b)

Fig 1. Scheme of trunk sample (a) and example of trunk sample (b)

(džiovinata kambario temperatūroje apytiksliai 1 mėnesį arba 110 °C temperatūroje 1 parą) ir deginti specialioje krosnyje 480 °C temperatūroje, anglys susmulkintos grūstuvu arba smulkinimo malūnėliu [8].

Radionuklidų savitasis aktyvumas nustatytas puslaidininkiniu Ge(Li) spektrometru. Medienos anglyse esančių radionuklidų savitasis aktyvumas matuotas 50 cm³ kiuvetėje. Spektrometro energetinio ir geometrinio efektyvumo sandauga, matuojant kiuvetėje, 662 keV energijos yra 0,29 % [6].

Išmatuotasis radionuklidų savitasis aktyvumas medienos anglyse yra apskaičiuojamas pagal formulę [9]:

$$A_a = \frac{S - S_f}{t_1 - t_f} \cdot \frac{1}{\eta \cdot \varepsilon \cdot m}, \quad (2)$$

A_a – radionuklido savitasis aktyvumas bandinyje, Bq/kg; S – radionuklido smailės plotas, gautas matuojant radionuklidų aktyvumą mėginyje, imp.; S_f – radionuklido smailės plotas, gautas matuojant radionuklidų foninį aktyvumą, imp.; t_1 – radionuklido aktyvumo bandinyje matavimo laikas, s; t_f – radionuklido foninio aktyvumo matavimo laikas, s; η – ¹³⁷Cs skilimo energijos kvantinė išseiga; ε – spektrometro efektyvumas; m – bandinio masė, kg.

Radionuklidų kamieno anglyse savitasis aktyvumas perskaiciuojamas natūralios kamieno medienos masės:

$$A_{nat.} = \frac{m_a \cdot A_a}{m_\xi}, \quad \text{kai } m_{a.v.} = m_a; \quad (3)$$

$$A_{nat.} = \frac{m_a \cdot A_a}{m_\xi} \cdot \frac{m_a}{m_{a.v.}}, \quad \text{kai } m_{a.v.} > m_a, \quad (4)$$

$A_{nat.}$ – radionuklidų natūralioje medienoje savitasis aktyvumas, Bq/kg; m_a – anglių masė matavimo kiuvetėje, kg; A_a – radionuklido bandinio anglyse savitasis aktyvumas, Bq/kg; m_ξ – bandinio natūralioji medienos masė, kg; $m_{a.v.}$ – viso bandinio anglių masė, kg.

Rievės susiformavimo metais buvęs ¹³⁷Cs savitasis aktyvumas medienoje įvertinamas pagal formulę [6]:

$$A_0 = A \cdot e^{\lambda \cdot t}, \quad (5)$$

A_0 – radionuklido savitasis aktyvumas rievės susiformavimo laikotarpiu, Bq/kg; A – radionuklido savitasis aktyvumas po laiko t , s (2005 m.), Bq/kg; λ – radioaktyviojo skilimo konstanta, s⁻¹.

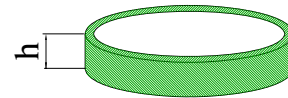
Tokiu būdu sudaroma formulė radionuklidų savitajam aktyvumui rievėje jos susiformavimo metais įvertinti:

$$A_r = \frac{m_a \cdot A_a}{m_\xi} \cdot \frac{m_a}{m_{a.v.}} \cdot e^{\lambda \cdot t}, \quad (6)$$

A_r – radionuklido savitasis aktyvumas rievės susiformavimo laikotarpiu, Bq/kg.

3. Biomassės ir ¹³⁷Cs savitojo aktyvumo tyrimo duomenys

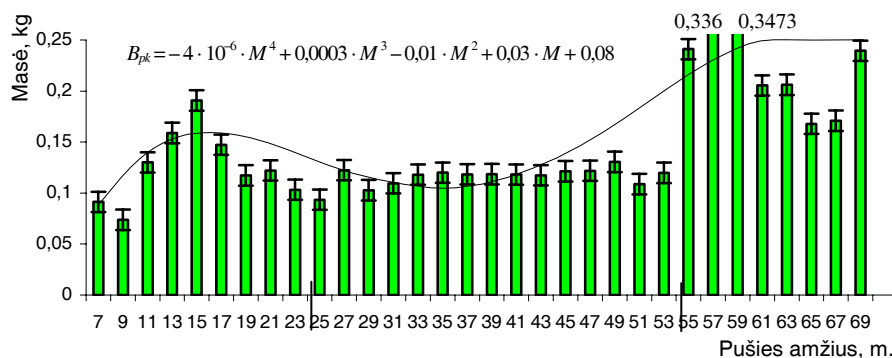
Rievių bandiniai buvo ruošiami segmentais. Kamieno segmentas – tai kamieno bandinio, paimto 1 m aukštyje nuo paklotės, 1–2 metinių rivių ribojama kamieno bandinio dalis (2 pav.).



2 pav. Kamieno segmento schema

Fig 2. Scheme of trunk segment

3 pav. pateikiama eksperimentiškai nustatyta pušies (*Pinus sylvestris* L.) kamieno segmento (1 m aukštyje nuo paklotės imtas bandinys) biomassės kaita. Kamieno segmentų biomassės kaita atspindi viso kamieno biomassės kaitos pobūdį. 3 pav. ordinačių ašyje pateikta per dvejus metus metinių rivių segmente susikaupusi masė.



3 pav. Kamieno segmentų biomassės kaita. Ištinė linija – biomassės ilgalaikės kaitos kreivė

Fig 3. Variation of trunk segment biomass. Solid line – curve of biomass long-term variation

Ši biomasės kaitos pobūdį galima aprašyti ketvirtosios eilės polinomo lygtimi:

$$B_{pk} = -4 \cdot 10^{-6} \cdot M^4 + 0,0003 \cdot M^3 - 0,01 \cdot M^2 + 0,03 \cdot M + 0,08, \quad (7)$$

B_{pk} – metinės rievės segmento biomasė, kg; M – augalo amžius, m.

Medienos segmentų biomasės kaitos schemoje (3 pav.) akivaizdūs biomasės augimo spartos padidėjimo periodai – 9–23 ir 55–63 pušies augimo metais. 27–53 pušies augimo metų laikotarpiu biomasės augimo sparta sumažėjusi, tačiau tolygi. Biomasės kaitos laiko periodai abscisių ašyje atskirti vertikaliomis linijomis. Nors schemoje išskiriami biomasės nevienodos augimo spartos periodai, tačiau šiame darbe į medienos netolygumo priežastis nebuvo gilintasi. Tokią biomasės augimo spartos kaitą galėjo lemti susiklosčiusios palankios ar nepalankios klimatinės sąlygos bei aplinkos užtarša.

4 pav. pateikiami pušies kamieno biomasės kaitos duomenys, gauti pagal 1 formulę (a) ir pagal eksperimentinius duomenis (b). Vertinant pagal eksperimentinius duomenis ir žinant kamieno tankį (820 kg/m^3), nustatoma kamieno medienos masė. Įvertinus, kokią procentinę dalį visų segmentų masės sudaro vieno segmento masė, laikoma, kad tokią procentinę viso medžio kamieno masės dalį sudarys ir rievės masė. Pagal eksperimentinius duomenis įvertinta medienos biomasės sankaupos kaita pateikiama 4 pav. b.

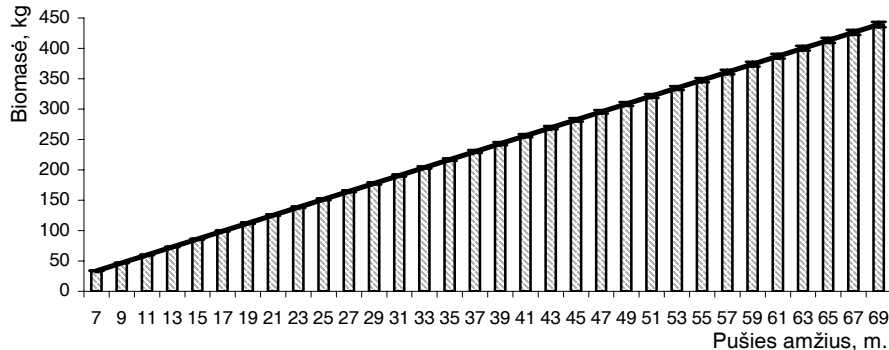
Pagal eksperimentinius duomenis biomasės kaita gali būti aprašoma šeštosios eilės polinomo lygtimi:

$$B_p = -3 \cdot 10^{-6} \cdot M^6 + 0,0002 \cdot M^5 - 0,004 \cdot M^4 - 0,01 \cdot M^3 + 0,61 \cdot M^2 + 6,89 \cdot M + 2. \quad (8)$$

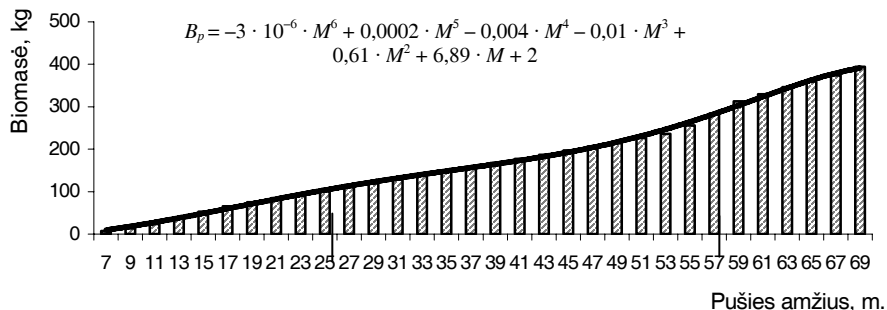
4 pav. b pateikiama kamieno masė tam tikrais medžio augimo metais. Iš 4 pav. pateiktų duomenų matome, kad eksperimentiniai biomasės kaitos duomenys skiriasi nuo duomenų, gautų pagal (1) formulę. Įvertinus biomasės sankaupos kaitą pagal eksperimentinius duomenis pastebima, kad šiuo atveju jai būdinga ne tiesinė, bet laipsninė priklausomybė. Apytiksliai pušies 25–57 augimo metų periodu matyti biomasės augimo spartos sumažėjimas. Tirtu atveju pušies 25–55 metų amžiaus periodas atitinka 1959–1990 m. laikotarpį. 1959–1992 m. laikotarpiu aplinkos komponentai buvo veikiami radionuklidų jonizuojančiosios spinduliuotės, suintensyvėjusios dėl branduolinių ginklų bandymų bei Černobylio atominės elektrinės avarijos. Tikslinga ateityje iširti biomasės kaitos priežastis.

5 pav. pateikiama ^{137}Cs savitojo aktyvumo kaita pušies (*Pinus sylvestris* L.) medienoje.

Iš 5 pav. duomenų matyti ^{137}Cs savitojo aktyvumo kaitos tendencijos – tam tikri radionuklido savitojo aktyvumo padidėjimo periodai sietini su branduolinio ginklo bandymais (1945–1980) ir su Černobylio AE katastrofa (1986 m.). Sugretinus 3, 4 pav. pateiktus biomasės kaitos duomenis su 5 pav. pateiktais ^{137}Cs savitojo aktyvumo medienoje duomenimis, pastebima, kad biomasės augimo spartos sumažėjimo metais (1959–1992 m.) šio radionuklido savitieji aktyvumai, nors ir nebuvo didžiausi, siekė vidutiniškai $20,0 \text{ Bq/kg}$.



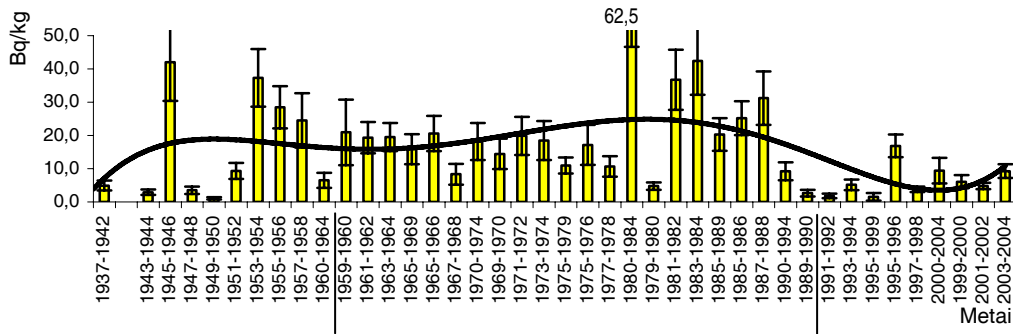
a)



b)

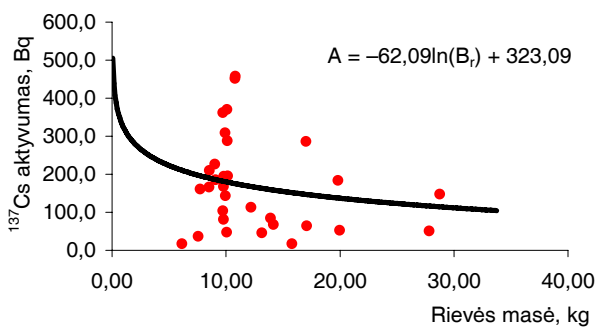
4 pav. Biomasės kaita pagal (1) formulę (a) ir pagal eksperimentinius duomenis (b). Ištininė linija – biomasės kaitos kreivė

Fig 4. Variation of biomass by equation 1 (a) and by experimental data (b). Solid line – curve of biomass variation



5 pav. ^{137}Cs savitojo aktyvumo medienoje kaita, įvertinus radioaktyvųjų skilimą. Išsistinė linija – ^{137}Cs savitojo aktyvumo kitimo kreivė

Fig 5. Variation of ^{137}Cs specific activity in wood in view of radioactive division. Solid line – curve of ^{137}Cs specific activity variation



6 pav. Rievės biomasės ir ^{137}Cs aktyvumo sąsajos kreivė

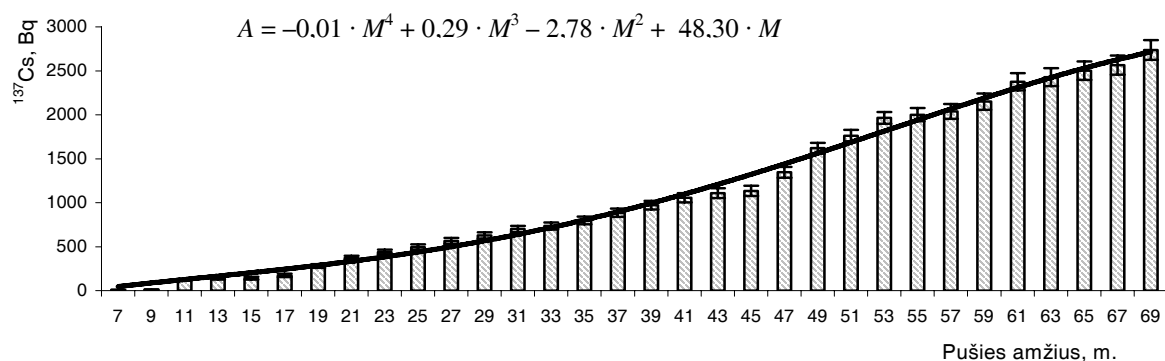
Fig 6. Curve of relationship between ring biomass and ^{137}Cs activity

Pagal 6 pav. pateiktą kreivę rievės biomasės ir ^{137}Cs aktyvumo sąsaja išreiškiama formule:

$$A = -62,09 \ln(B_r) + 323,09, \quad (9)$$

B_r – rievės biomasė, kg; A – radionuklido aktyvumas, susikaupęs metinėje rievėje, Bq.

7 pav. pateikiama ^{137}Cs sankaupos medienoje kaita pagal metus, gauta sumuojant kiekvienų metų rievės ^{137}Cs aktyvumą su ankstesnių metų rievės ^{137}Cs aktyvumu. Nustatant visą ^{137}Cs pušies medienoje aktyvumą neatsižvelgiama į radioaktyvųjų skilimą.



7 pav. ^{137}Cs sankaupos medienoje kaita pagal metus ir pagal 2005 m. duomenis. Išsistinė linija – ^{137}Cs sankaupos kreivė

Fig 7. Variation of ^{137}Cs stock in wood by pine age and by data of 2005. Solid line – curve of ^{137}Cs stock variation

^{137}Cs sankaupos medienoje kaitai, kaip ir biomasės prieaugio kaitai, būdinga ne tiesinė, o rodiklinė priklausomybė. ^{137}Cs sankaupos medienoje kaitą galima aprašyti ketvirtosios eilės polinomo lygtimi:

$$A = -0,01 \cdot M^4 + 0,29 \cdot M^3 - 2,78 \cdot M^2 + 48,30 \cdot M, \quad (10)$$

A – ^{137}Cs aktyvumas, Bq/kg; M – pušies amžius, metais.

Iš 7 pav. pateiktų ^{137}Cs sankaupos medienoje duomenų matome, kad šio radionuklido sankaupa yra proporcinga biomasės sankaupai – t. y. ^{137}Cs būdingas kaupiamasis efektas.

4. Išvados

1. Nustatyta, kad pušies medienos biomasė netiesiškai kinta priklausomai nuo amžiaus. Išskirtini didžiausiojo, mažiausiojo ir vidutinio biomasės prieaugio laikotarpiai atitinkamai 7–15 ir 55–69, 16–25 ir 51–55 bei 25–50 pušies augimo metais.

2. ^{137}Cs medienoje savitasis aktyvumas didžiausiojo biomasės prieaugio metu kito nuo $0,3 \pm 0,1$ iki $13,4 \pm 2,7 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, mažiausiojo prieaugio metu – nuo $1,8 \pm 0,7$ iki $20,6 \pm 5,3 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, vidutinio biomasės prieaugio metu – nuo $3,5 \pm 1,3$ iki $25,5 \pm 6,1 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$.

3. ^{137}Cs pušies medienoje savitasis aktyvumas padidėjo branduolinio ginklo bandymų metu ir po Černobylio AE katastrofos bei maždaug po 10 metų nuo šių įvykių, kai

radionuklidais, migruodamas dirvožemyje, pasiekė pušies šaknis.

4. ^{137}Cs savitojo aktyvumo medienoje ir biomasės prieaugio sąsaja nustatyta taikant laipsninę funkciją.

5. Apskaičiuota, kad po 69 metų augimo smėlingame dirvožemyje pušies kamieno biomasė siekia apytiksliai 394 kg, o kamienne susikaupusio ^{137}Cs aktyvumas yra 2738,0 Bq.

Moksliniai tyrimai remiami pagal COST programą Nr. 859 „Fitotechnologijos, siekiant vystyti darnų žemės naudojimą ir gerinti maisto saugumą“ ir Lietuvos valstybinio mokslo ir studijų fondo – atliekant projektą „Teršalai sistemoje „dirvožemis – augalai“: teršalų migracija, kaupimasis, dirvožemio atkūrimas“.

Literatūra

1. Nedveckaitė, T. Radiacinė sauga Lietuvoje. Vilnius: Krievė, 2004. 239 p.
2. Цыбулька, Н. Н.; Черныш, А. Ф.; Тишук, Л. А.; Жукова, И. И. Горизонтальная миграция ^{137}Cs при водной эрозии почв. *Радиоэкология*, том 44, № 4, 2004, с. 473–477.
3. Щеглов, А. И.; Цветнова, О. Б. Основные закономерности сезонной и многолетней динамики накопления

^{137}Cs и ^{90}Sr в древесине. *Радиоэкология*, том 44, № 16, 2004, с. 113–117.

4. Butkus, D.; Beinaravičius, R.; Konstantinova, M. Radionuklidų kaupimosi medžiuose įvertinimas. *Sveikatos mokslai*, 2(33), 2004, p. 12–15.
5. Butkus, D.; Beinaravičius, R.; Narmontas, A. Radionuklidų migracija sistemoje „dirva – medis“. *Aplinkos inžinerija*, t. X, Nr. 3, 2002, p. 116–120.
6. Beinaravičius, R. Dirvožemio ilgalaikės užtaršos radionuklidais kaitos tyrimas ir prognozė pagal jų kaupimąsi medžių segmentuose. Daktaro disertacija. Vilnius, 2005. 132 p.
7. Kuliešis, A.; Petrauskas, A.; Rutkauskas, A.; Tebėra, A.; Venckus, A. Medienos tūrio lentelės. Kaunas, 1999. 155 p.
8. Fesenko, S. V.; Sukhova, N. V.; Spiridonov, S. I.; Sanzharova, N. I.; Avila, R.; Klein, D.; Bado, P. M. Distribution of ^{137}Cs in the Tree Layers of Forest Ecosystems in the Zone of the Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant. *Russian Journal of Ecology*, Vol 34, No 2, 2003, p. 104–109.
9. Буткус, Д.; Бейнаравичюс, Р. Распределение ^{137}Cs и ^{40}K в некоторых почвах и годичных кольцах деревьев Литвы. *Геохимия*, № 2, 2005, с. 227–231.

INVESTIGATION OF RELATIONSHIP BETWEEN PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) BIOMASS AND ^{137}Cs SPECIFIC ACTIVITY IN WOOD

D. Butkus, I. Pliopaitė Bataitienė

Abstract

The paper analyses relationship between pine (*Pinus sylvestris* L.) biomass and the specific activity of an artificial radioisotope ^{137}Cs in wood. The specific activity of ^{137}Cs was measured in the segments of pine (*Pinus sylvestris* L.) annual rings. The biomass of segments and the density of wood were estimated experimentally.

It is determined that relationship between pine (*Pinus sylvestris* L.) biomass and pine age is not linear. In the variation of biomass are time when biomass grows slowly (25–55 pine age or 1959–1990 m. period).

The specific activity of ^{137}Cs in pine annual rings depends on the rapidity of biomass growth. The specific activity of ^{137}Cs varied from $0,3 \pm 0,1$ to $13,4 \pm 2,7$ Bq/kg when the biomass grew rapidly and its average value was $4,3 \pm 1,1$ Bq/kg. When the biomass grew slowly, the specific activity of ^{137}Cs varied from $1,8 \pm 0,7$ to $20,6 \pm 5,3$ Bq/kg, and its average value was $9,6 \pm 2,6$ Bq/kg. Global pollution after nuclear explosions, pollution after the Chernobyl Nuclear Power Plant accident and uptake of ^{137}Cs from roots had an influence on the specific activity of ^{137}Cs in pine annual rings.

Keywords: biomass, ^{137}Cs specific activity, annual rings, pine (*Pinus sylvestris* L.).

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ БИОМАССОЙ СОСНЫ (*Pinus sylvestris* L.) И АКТИВНОСТЬЮ ^{137}Cs В ДРЕВЕСИНЕ

Д. Буткус, И. Плёпайте Батайтене

Резюме

Анализируется связь между активностью в древесине искусственного радионуклида ^{137}Cs и биомассой ствола сосны (*Pinus sylvestris* L.). Удельная активность ^{137}Cs измерялась в золе сегментов годичных колец. Изменение биомассы оценивалось в соответствии с массой сегментов годичных колец и плотностью ствола сосны. Масса сегментов годичных колец и плотность ствола сосны были установлены экспериментально при подготовке образцов для спектрометрического анализа. Было установлено, что биомасса ствола изменяется в зависимости от возраста сосны не по линейной функции. В изменении биомассы можно выделить период, в который рост биомассы уменьшается (1959–1990 гг.), и 25–55-е годы роста сосны.

Удельная активность ^{137}Cs в древесине зависит от скорости роста биомассы. В период, когда этот рост был наиболее высоким, удельная активность ^{137}Cs колебалась от $0,3 \pm 0,1$ до $13,4 \pm 2,7$ Bq·кг⁻¹. В среднем активность составила $4,3 \pm 1,1$ Bq·кг⁻¹. В период, когда рост биомассы был меньшим, удельная активность ^{137}Cs колебалась от $1,8 \pm 0,7$ до $20,6 \pm 5,3$ Bq·кг⁻¹, а в среднем активность составила $9,6 \pm 2,6$ Bq·кг⁻¹. Следует отметить, что удельная активность ^{137}Cs в древесине зависит от радиоактивного загрязнения (вследствие испытания ядерного оружия,

катастрофы на Чернобыльской АЭС). Существенный вклад ^{137}Cs через корневую систему дерева осуществляется при вертикальной миграции радионуклида в почве.

Ключевые слова: биомасса, ^{137}Cs , удельная активность, годовые кольца, сосна (*Pinus sylvestris* L.).

Donatas BUTKUS. Dr Habil, Prof, Dept of Environmental Protection, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU).

Doctor Habil of Science (environmental engineering), VGTU, 1999. Membership: a member of International Academy of Ecology and Life Protection. Publications: author of more than 180 research papers, co-author of monograph „Geophysical problems of atmospheric krypton-85“ (in Russian and English). Research interests: accumulation of radioactive noble gases, their interaction with environmental bodies, self-cleaning of atmosphere, influence of ionizing radiation of radioactive noble gases on geophysical processes; consequences of Chernobyl accident in Lithuania.

Ingrida PLIOPAITĖ BATAITIENĖ. Master, doctoral student, Dept of Environmental Protection, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU).

Master of Science (environmental engineering), VGTU, 2006. Bachelor of Science (environmental engineering), VGTU, 2004. Research interests: environmental radioactivity.