

Medžių žievė kaip bioindikatorius vertinant oro kokybę

Gintarė Sujetovienė, Edvinas Steponenko

Vytauto Didžiojo universitetas

Medžiai yra ilgaamžiai, bei nejudrūs augalai, todėl jie puikiai tinka kaip bioindikatoriai aplinkos teršalams tirti. Sunkieji metalai į aplinką gali patekti iš transporto emisijų, dylant automobilių detalėms, ar iš jų naudojamo kuro. Tyrimo tikslas - įvertinti medžio žievės kaip bioindikatoriaus savybes ir teršalų akumuliacijos gebą urbanizuotoje aplinkoje. *Tilia* sp. Žievės mėginiai surinkti 9 tyrimo vietose - gyvenamos teritorijos, vidutinio ir intensyvaus eismo zonos Kauno mieste. Didžiausios kadmio koncentracijos buvo rastos intensyvaus eismo rajonuose, o vario - vidutinio eismo rajonuose. Transportas ir pramonės veikla yra susiję su tirtųjų sunkiųjų metalų kiekiu žievėje.

Žievė, sunkieji metalai, oro tarša

Ivadas

Aplinkoje esančios medžiagos nuolat veikia visus gyvuosius organizmus. Jų koncentracijos ir poveikio trukmė skirtinga, be to, koncentracijos nuolat kinta laike ir erdvėje. Visos cheminės medžiagos, net mikroelementai, kurių nedideli kiekiai organizmams būtini, esant didelei jų koncentracijai, tampa teršalais. Kai kurie sunkieji metalai turi toksiškų savybių, kenksmingų žmonėms ir biotai, jei jų koncentracijos viršija tam tikrus lygius. Jų koncentracijos stebimos skirtingose ekosistemose, siekiant apsaugoti sveikatą. Šiuo metu pasaulyje didžiausi antropogeninės taršos šaltiniai yra transportas, pramonė bei energetika. Spartaus žmonių skaičiaus augimas, urbanizacija, industrijos ir transporto plėtra - svarbiausi oro teršalų emisijos šaltiniai, veikiantys visus gyvuosius organizmus.

Siekiant ištirti taršos poveikį aplinkai dažnai yra naudojami bioindikatoriai. Oro tarša vertinama tiriant sedimentus (Yang, Rose, 2005, Selig et al., 2007) naudojant tokius biomonitorius kaip kerpės (Hossler et al., 2008; Sujetovienė, Šliumpaitė, 2012), samanai (Senhou et al., 2002) ir kt. Vienas iš potencialių bioindikatorių yra medžio žievė, kuri yra lengvai paimama, ištiriama ir gali būti naudojama įvairių aplinkos teršalų tyrimams. Medžio žievė yra naudingas bioindikatorius oro kokybei tirti todėl, kad ji akumuliuoja atmosferos teršalus, tarp jų ir sunkiuosius metalus savo išorinėje dalyje, t.y. žievėje (Gueguen et al., 2011). Nors šis bioindikatorius nėra toks jautrus kaip kerpės ar samanai teršalų poveikiui, bet jis gali būti naudojamas urbanizuotos aplinkos tyrimuose, kur tokiomis sąlygomis jautrūs indikatoriai būna sunykę. Dalelės iš oro patenka į žievės struktūras ir ten yra akumuliuojamos eilę metų (Catinon et al., 2009). Todėl sunkiųjų metalų akumuliacija žievėje įgalina nustatyti taršos šaltinius.

Tyrimo tikslas – išsiaiškinti medžių žievės panaudojimo galimybes vertinant oro kokybę urbanizuotoje aplinkoje.

Tyrimų metodika

Tyrimo pradžioje surenkami tinkami *Tilia* genties medžių žievės mėginiai. Tinkamais tyrimui mėginiai laikomi tokie, kurie yra paimti nuo 7-9 metrų medžių aukščio ir 25-35 cm skersmens, kurių kamienas palinkęs mažiau nei 15°, sausų šakų kiekis neviršija 15%, medžio viršūnė yra sveika, medžio kamieno apsamanojimas

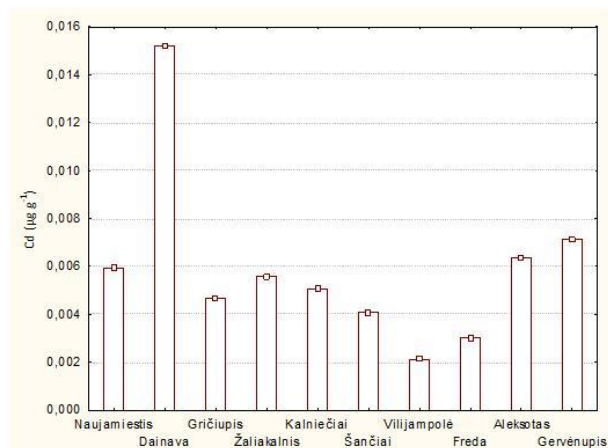
nesiekia 15% bei medis neturi jokių vizualiai pastebimų pažeidimų. Mėginiai imami įpjauant dvi vertikalias linijas visuose medžio žievės sluoksniuose, nepakenkiant kamienui. Tyrimo vietomis pasirinkta: intensyvaus automobilių eismo tyrimo vieta (Naujamiestis, Dainava, Gričiupis), vidutinio automobilių eismo vieta (Žaliakalnis, Kalniečiai, Šančiai, Vilijampolė), gyvenamoji teritorija (Freda, Aleksotas), miškas (kontrolinė vieta) šalia sodų bendrijos „Gervėnupis“.

Sunkiųjų metalų akumuliacijos analizė atlikta surinktuose žievės mėginiuose. Sutrinta medžio žievė ir 24 h džiovinama 60°C temperatūroje. Analizei imama 0,2 g išdžiovintų mėginių ir mineralizuojama naudojant HNO₃ (65%) ir H₂O₂ (36%) mineralizatoriuje „Milestone Ethos One“ (Italija). Sunkiųjų metalų kadmio (Cd) ir vario (Cu) koncentracijos buvo nustatytos atominiu absorbciniu spektrometru „Shimadzu AA-6800“ (Japonija).

Tyrimų rezultatai statistiškai apdorojami naudojant STATISTICA programinį paketą. Rodiklių skirtumų reikšmingumui tikrinti tarp skirtingų tyrimo vietų ir kontrolės naudotas Mann Whitney U testas, skirtas mažų imčių vidurkių palyginimui.

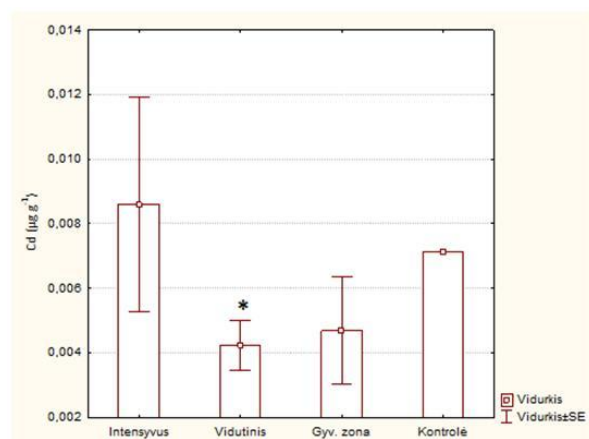
Rezultatai ir aptarimas

Didžiausia kadmio koncentracija nustatyta Dainavos rajone (0,015 μg g⁻¹), kuri buvo daugiau nei 2 kartus didesnė nei kontrolinėje vietoje (0,007 μg g⁻¹). Mažiausia Cd koncentracija medžių žievėje buvo Vilijampolės rajone (0,002 μg g⁻¹) – daugiau nei 3 kartus mažesnė už kontrolę (1 pav.). Didžiausia nustatyta kadmio koncentracija Dainavos rajone galėjo būti todėl, kad tyrimo vietos buvo šalia automobilių žiedo, kuris yra viena iš intensyviausių transporto srautų vietų Kauno mieste. Be to šiame rajone veikia pramonės įmonės. Vilijampolės rajone nustatyta mažiausia kadmio koncentracija galėjo būti todėl, kad, nors ir rajonas yra vidutinio eismo, tačiau jis yra gan atviras, nėra daug daugiaaukščių pastatų, todėl teršalai yra lengviau išsklaidomi. Kontrolinėje vietoje kadmio koncentracija yra pakankamai didelė lyginant su kitais rajonais (0,007 μg g⁻¹, 1 pav.). Nors ši tyrimo vieta yra šalia miško, kur nėra transporto srautų, tačiau kadmio esantis žievėje į ją patekti galėjo su krituliais ar sodų bendrijos, esančios šalia miško, statybų metu nusėsti ant žievės atneštas vėjo.



1 pav. Kadmio koncentracija ($\mu\text{g g}^{-1}$) *Tilia sp.* žievėje Kauno mieste.
Fig. 1. Cadmium concentration ($\mu\text{g g}^{-1}$) in *Tilia sp.* bark in Kaunas city.

Didžiausia kadmio koncentracija (1 pav.) nustatyta intensyvaus eismo zonoje ($0,0086 \mu\text{g g}^{-1}$). Mažesnis eismo intensyvumas kadmio kaupimuisi medžio žievėje darė statistiškai patikimą poveikį ($p < 0,05$). Kadmio koncentracija vidutinio transporto zonoje ($0,0042 \mu\text{g g}^{-1}$) buvo beveik 2 kartus mažesnė nei kontrolėje ($0,0071 \mu\text{g g}^{-1}$). Atlikus sunkiųjų metalų akumuliacijos tyrimą intensyvaus eismo rajonuose naudojant *Tilia sp.* žievę buvo nustatyta daugiau didesnės kadmio koncentracijos (Škriblic et al., 2012). Jordanijoje, naudojant *Cupressus semervirens* L. medžio žievę, intensyvaus eismo zonoje nustatyta kadmio koncentracija buvo taip pat didesnė, o vidutinio eismo zonoje net 23,3 kartų didesnė ($0,218 \mu\text{g g}^{-1}$) (El-Hasan et al., 2002). Kerpių, augusių intensyvaus eismo rajonuose, gniūžuose taip pat nustatytos 38,8 kartus didesnės kadmio koncentracijos ($0,265 \mu\text{g g}^{-1}$), o vidutinio eismo rajonuose 17,4 karto didesnės koncentracijos ($0,15 \mu\text{g g}^{-1}$) (Mickevičiūtė, 2013).

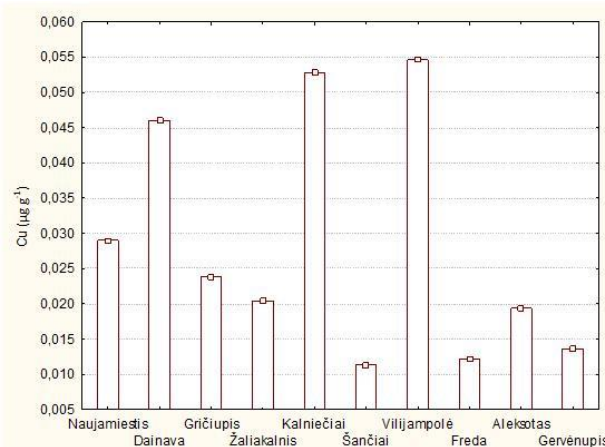


2 pav. Kadmio koncentracija ($\mu\text{g g}^{-1}$) *Tilia sp.* žievėje, suskirstius pagal tiriamos vietos pobūdį (* žymi statistiškai patikimą skirtumą tarp kontrolės ir tiriamosios vietos).

Fig. 2. Cadmium concentration ($\mu\text{g g}^{-1}$) in *Tilia sp.* bark according to study site characteristic.

Didžiausia vario koncentracija buvo nustatyta Vilijampolės rajone ($0,055 \mu\text{g g}^{-1}$), o mažiausia Šančių rajone ($0,011 \mu\text{g g}^{-1}$). Kontrolinėje vietoje vario koncentracija buvo lygi $0,014 \mu\text{g g}^{-1}$ (3 pav.). Tikėtina, kad didžiausia koncentracija Vilijampolės rajone yra dėl šiam

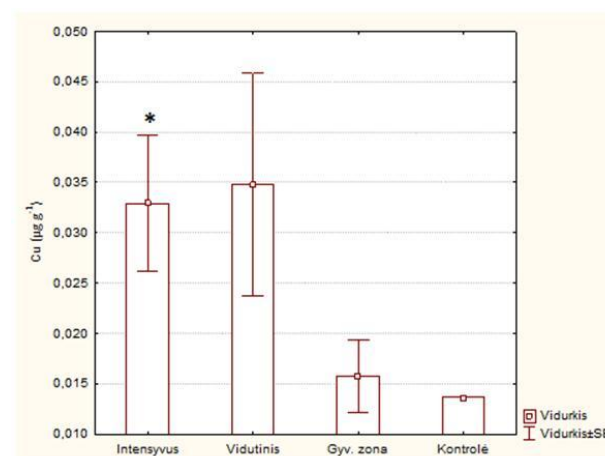
rajone veikiančių pramonės įmonių išmetamų emisijų poveikio.



3 pav. Vario koncentracija ($\mu\text{g g}^{-1}$) *Tilia sp.* žievėje, Kauno miesto rajonuose ir kontrolinėje vietoje.

Fig. 3. Copper concentration ($\mu\text{g g}^{-1}$) in *Tilia sp.* bark in the Kaunas city.

Nagrinėjant vario bioakumuliaciją, matoma kita tendencija - didžiausia koncentracija nustatyta vidutinio transporto eismo zonoje ($0,035 \mu\text{g g}^{-1}$), t.y. 2,5 karto didesnė koncentracija nei kontrolėje ($0,014 \mu\text{g g}^{-1}$). Intensyvus eismas vario kaupimuisi medžio žievėje darė statistiškai patikimą poveikį - eismo rajonuose kadmio koncentracija buvo apie 2,4 karto didesnė nei kontrolinėje vietoje ($0,014 \mu\text{g g}^{-1}$) (4 pav.). Lyginant su minėtu tyrimu Bosnijoje ir Hercogovinoje vario koncentracija intensyvaus eismo zonoje buvo daug didesnė ($33,5 \mu\text{g g}^{-1}$) (Škriblic et al., 2012). Jordanijoje atlikto tyrimo metu nustatyta, kad intensyvaus eismo zonose vario koncentracija buvo taip pat didesnė (El-Hasan et al., 2002). Kerpėse vario koncentracija intensyvaus eismo rajonuose buvo taip pat daug kartų didesnė nei nustatyta šiame tyrime (Mickevičiūtė, 2013).



4 pav. Vario koncentracija ($\mu\text{g g}^{-1}$) *Tilia sp.* žievėje, suskirstius pagal tiriamos vietos pobūdį (* žymi statistiškai patikimą skirtumą tarp kontrolės ir tiriamosios vietos, naudojant Mann-Whitney U testą)

Fig. 4. Cadmium concentration ($\mu\text{g g}^{-1}$) in *Tilia sp.* bark according to study site characteristic.

Išvados

1. Didžiausia kadmio koncentracija nustatyta Dainavos rajone ($0,015 \mu\text{g g}^{-1}$). Galima teigti, kad tai yra viena intensyviausių transporto zonų Kaune ir transportas turi didžiausią įtaką susikaupusio kadmio koncentracijoms aplinkoje.

2. Didžiausia vario koncentracija yra Vilijampolės rajone. Tai yra vidutinio eismo rajonas, todėl galima teigti, jog vario koncentracijos į aplinką labiau patenka iš pramonės įmonių nei iš transporto.

3. Lyginant sunkiųjų metalų koncentracijas rajonuose pagal eismo intensyvumą didžiausias kadmio koncentracijas matome intensyvaus eismo rajonuose ($0,0086 \mu\text{g g}^{-1}$), o didžiausias vario koncentracijas vidutinio eismo rajonuose ($0,035 \mu\text{g g}^{-1}$).

Literatūra

- CATINON M., AYRAULT S., CLOCCHIATTI R., BOUDOUMA O., ASTA J., TISSUT M., RAVANEL P. The anthropogenic atmospheric elements fraction: a new interpretation of elemental deposits on tree barks. *Atmospheric Environment*, 2009, Vol. 43, pp. 1124-1130.
- EL-HASAN T., AL-OMARI H., JIRIES A., AL-NASIR F. Cypress tree (*Cupressus semervirens* L.) bark as an indicator for heavy metal

pollution in the atmosphere of Amman City, Jordan, *Environment International*, 2002, Vol. 28, pp. 513-519.

- GUEGUEN F., STILLE P., GEAGEA M.L., BOUTIN R. Atmospheric pollution in an urban environment by tree bark biomonitoring – Part II: Sr, Nd and Pb isotopic tracing, *Chemosphere*, 2011, Vol. 86, pp. 641-647.
- HISSLER C., STILLE P., KREIN A., GEAGEA M.L., PERRONE T., PROBST J.-L., HOFFMANN L. Identifying the origins of local atmospheric deposition in the steel industry basin of Luxembourg using the chemical and isotopic composition of the lichen *Xanthoria parietina*. *Science of the Total Environment*, 2008, Vol. 405, pp. 338-344.
- YANG H., ROSE N. Trace element pollution records in some UK lake sediments, their history, influence factors and regional differences. *Environment International*, 2005, Vol. 31, pp. 63-75.
- MICKEVIČIŪTĖ I. Kerpių fiziologiniai ir biocheminiai pokyčiai urbanizuotoje aplinkoje. Bakalauro darbas, Vytauto Didžiojo universitetas, 2013, p. 38.
- SENHOU A., CHOUAK A., CHERKAOUI R., MOUTIA Z., LFERDE M., ELYAHYAOU A., EL KHOUKHI T., BOUNAKHLA M., EMBARCHE K., GAUDRY A. Sensitivity of biomonitors and local variations of element concentrations in air pollution biomonitoring. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 2002, Vol. 254, pp. 343-349.
- ŠKRIBIC B., MILOVAC S., MATAVULJ M. Multielement profiles of soil, road dust, tree bark and wood-rotten fungicollected at various distances from high-frequency road in urban area. *Ecological Indicators*, 2012, Vol. 13, pp. 168-177.

Gintarė Sujetovienė, Edvinas Steponenko

Tree bark as bioindicator of air quality

Summary

The aim of this study was to assess the properties of tree bark as bioindicator, to assess the pollutants accumulation capacity, pH and electrical conductivity values in urbanized environment. Trees are durable and immobile plants, so they are well suited as bioindicators of environmental pollution. One of the possible ways is to use tree bark as a pollution indicator. Although the tree bark is not as sensitive to pollution as mosses or lichens, but it can be used as an indicator for various pollutants in urban and industrial areas, where other bioindicators are rare or unavailable. There was nine test sites selected in Kaunas city, two of which were the residential areas, three were high-traffic areas and four medium-traffic areas. Gervėnupis forest, located near Kaunas city was selected as background site. Heavy metals can be released into the environment by transport emissions, by attrition of vehicle parts, or from the use of fuel. The highest concentrations of cadmium were found in high-traffic areas ($0,0086 \mu\text{g g}^{-1}$), while the largest copper concentrations were found in medium-traffic areas ($0,035 \mu\text{g g}^{-1}$).

Bark, heavy metals, air pollution

Gauta 2015 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2015 m. balandžio mėn.

Gintarė SUJETOVIENĖ. Vytautas Magnus University, Faculty of Natural Sciences, Department of Environmental Sciences, PhD of Biomedical sciences, lector. Address: Vileikos st. 8-223, LT-44404 Kaunas. Tel. (+ 370 37) 32 79 04, e-mail: g.sujetoviene@gmf.vdu.lt.

Gintarė SUJETOVIENĖ. Vytauto Didžiojo universitetas, Gamtos mokslų fakultetas, Aplinkotyros katedra, Biomedicinios mokslų docentė, lektorė. Adresas: Vileikos g. 8-223, LT-44404 Kaunas. Tel. (+ 370 37) 32 79 04, el. paštas: g.sujetoviene@gmf.vdu.lt.

Edvinas STEPONENKO. Vytautas Magnus University, Faculty of Natural Sciences, Department of Environmental Sciences, Bachelor. Address: Vileikos st. 8-223, LT-44404 Kaunas, Tel. (+ 370 37) 32 79 04, e-mail: edvinas.steponenko@gmf.vdu.lt.

Edvinas STEPONENKO. Vytauto Didžiojo universitetas, Gamtos mokslų fakultetas, Aplinkotyros katedra, Aplinkotyros ir Ekologijos bakalauras. Adresas: Vileikos g. 8-223, LT-44404 Kaunas. Tel. (+ 370 37) 32 79 04, el. paštas: edvinas.steponenko@gmf.vdu.lt.