

Klaipėdos miesto oro kokybės vertinimas pasyvosios lichenoidikacijos metodu

Gintarė Ašmontaitė, Vida Stravinskienė

Vytauto Didžiojo universitetas

Darbo tikslas – įvertinti Klaipėdos miesto oro kokybę pasyvosios lichenoidikacijos metodu. Vadovaujantis tarptautine metodika (Asta et al., 2002) tyrimui parinkta 80 km² teritorija buvo suskirstyta į 80 1 km² ploto kvadratų. Miesto teritorija buvo paskirstyta į tyrimo zonas taip: centrinė (C), uosto (U1, U2, U3), pietinė (P1, P2, P3), rytinė (R1, R2, R3, R4), šiaurinė (Š1, Š2) ir vakarinė (V1, V2). Tyrimo zonose ant 320 apskaitos medžių aptikta 10 epifitinių kerpių rūšių (2 krūmiškosios, 6 lapiškosios ir 2 žiauberiškosios). Įvertintas kerpių rūšių ir bendrųjų procentinis padengimas ir poleotolerantiškumo indeksas (PI) skirtingose miesto zonose. Didžiausiu kerpių procentinis padengimas nustatytas šiose uosto ir miesto centro zonose: U2 (86,6 %), C (81,9 %), Š2 (79,6 %) ir P1(77,7 %). Mažiausias (50,4 %) epifitinių kerpių procentinis padengimas nustatytas vakarinėje V2 miesto zonoje. Vidutinis epifitinių kerpių padengimas Klaipėdos mieste yra 73 %. Atlikus lichenoidikacinį zonavimą nustatyta, 85 % tirtos Klaipėdos miesto teritorijos yra vidutinio užterštumo zonoje, o 15 % priskiriama sąlyginai švariai zonai. Vienfaktorinė dispersinė (One-way ANOVA) duomenų analizė parodė, kad oro kokybę indikuojantiems rodikliams – kerpių procentiniam padengimui bei PI reikšmei – įtakos turi konkreti miesto zona, o tiksliau –toje zonoje vyraujančios aplinkos sąlygos ($p < 0,05$), o epifitinių kerpių rūšių įvairovė kinta nepriklausomai nuo jos.

Epifitinės kerpės, lichenoidikacija, oro kokybė, stebėseną

Įvadas

Kerpe vadinama gamtoje natūraliai susiformavusi save aprūpinanti asociacija tarp mikobionto ir fotobionto (Demiray et al., 2012). Jų gyvenamoji aplinka labai įvairi, todėl jos gali augti beveik visur, tačiau dažnesnės jų buveinės ant aukštesniųjų augalų (Vrablikova et al., 2006).

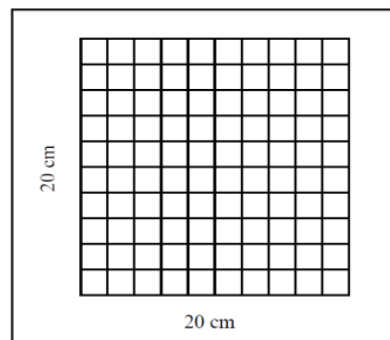
Svarbiausios kerpių indikacinės savybės (Gries, 1996): ilgai gyvena, todėl ilgą laiką yra veikiamos teršalų ir atspindi suminį tam tikro laikotarpio aplinkos poveikį; neturi atkrintančių dalių, todėl negali išvengti teršalų poveikio; neturi epidermio ir vaškinės kutikulės, vandenį ir dujas praleidžiančių organų, todėl nekontroliuoja dujų apytakos. Drėgmę ir aplinkoje esančias medžiagas sugeria visu gniužulo paviršiumi; pasižymi ekologiniu individualumu, t. y. įvairios kerpių rūšys skirtingai reaguoja į oro užterštumą bei atskiras teršiančias medžiagas. Dėl jautrumo aplinkos pokyčiams kerpės yra puikūs bioindikatoriai (Nimis, Purvis, 2002).

Darbo tikslas – nustatyti Klaipėdos miesto oro kokybę pasyvosios lichenoidikacijos metodu. Tyrimo uždaviniai: iširti epifitinių kerpių rūšių įvairovę ir gausumą Klaipėdos mieste; pagal kerpių bendrųjų būklę charakterizuojantį poleotolerantiškumo indeksą išskirti Klaipėdos miesto lichenoidikacines zonas ir sudaryti lichenoidikacinį žemėlapi.

Tyrimų metodika

Klaipėdos miesto teritorijabuvo suskirstyta į 80 kvadratų, kurių kiekvieno plotas 1 km². Tiriamųjų apskaitos medžių skaičius bei kvadratų dydis pasirinktas remiantis Europoje dažnai taikoma metodika (Asta et al., 2002). Kiekviename kvadrato epifitinių kerpių bendrąjį įvertinamos ant 4 medžių, kurie pasirenkami pagal mieste vyraujančias jų rūšis, žievės savybes bei kitas charakteristikas (pvz., renkamosi panašaus skersmens (15–25 cm) bei amžiaus medžiai, neužstelti, nesužaloti, gaunantys pakankamai šviesos). Tyrimui buvo pasirinktos šios medžių rūšys: paprastasis klevas (*Acer platanoides* L.), paprastasis ažuolas (*Qercus robur* L.), karpotasis beržas (*Betula verrucosa* Ehrh.), mažalapė liepa (*Tilia cordata* Mill.) ir paprastoji pušis (*Pinus sylvestris* L.).

Kerpių bendrųjų aprašymui naudojamas 20 x 20 cm tinklelis (1 pav.), kuris yra tvirtinamas prie šiaurinės medžio kamieno pusės 1,3 m aukštyje nuo šaknies kaklelio.



1 pav. Tinklelis (20-20 cm) kerpių padengimui (%) nustatyti
Fig. 1. The grid (20-20 cm) for evaluation of lichen species coverage

Epifitinės kerpės analizuojamos tinklelio uždengtame plote. Registruojami šie rodikliai: kerpių bendrąjį sudarančios kerpių rūšys, rūšies padengimas (%) bei bendras visų rūšių padengimas (%). Rūšių skaičius nustatomas vertinant jų skaičių ir gausumą ant 4 medžių 1 km² kvadrato. Epifitinių kerpių rūšių skaičius nustatomas, skaičiuojant aritmetinį kvadratų vidurkį, o gausumas įvertinamas skaičiuojant vidutinį visų į kvadratą patenkančių kerpių rūšių procentinį padengimą.

Poleotolerantiškumo indekso (PI) nustatymas. Tyrime buvo naudojama estų lichenologo H. Trasso parengta metodika (Asta et al., 2002). Ja remiantis įvertintas atmosferos užterštumo poveikis kerpių bendrijoms. Kerpių būklę nusakantis poleotolerantiškumo indeksas (PI) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{a_i \times c_i}{C_n}, \quad (1)$$

čia: C_n – bendras kerpėmis apaugęs medžio žievės plotas; n – kerpių rūšių skaičius; a_i – rūšies poleotolerancijos klasė; c_i – kiekvienos kerpių rūšies padengimo laipsnis (%).

Analizės metu gauta PI reikšmė indikuoja oro užterštumą tiriamoje teritorijoje. Kuo didesnė PI reikšmė, tuo labiau užterštas oras tiriamoje teritorijoje. Poleotolerantiškumo indeksas skaičiuotas kiekvienam tirtam medžiui. Taip pat skaičiuoti kiekvieno 1 km² kvadrato, miesto zonų ir visos tirtos teritorijos PI vidurkiai.

Miesto zonavimas. Klaipėdos miestas padalintas į 6 dalis: centrinę, uosto, pietinę, rytinę, šiaurinę ir vakarinę. Jos dar smulkiau skirstomos į zonas, pavadinimus sudarant iš miesto dalies pavadinimo pirmosios didžiosios raidės ir skaičiaus (1 lentelė). Zonos išskiriamos atsižvelgiant į toje teritorijoje vykdomą ūkinę veiklą, gyventojų tankumą bei vietovės gamtines ypatybes.

1 lentelė. Klaipėdos miesto tyrimo zonos
Table 1. The study zones in Klaipėda city

Miesto dalis	Miesto zona
Centrinė	C
Uosto	U1; U2; U3
Pietinė	P1; P2; P3
Rytinė	R1; R2; R3; R4
Šiaurinė	Š1; Š2
Vakarinė	V1; V2

Lichenoindikacinio žemėlapis sudarymas. Miesto oro užterštumo zonų žemėlapis sudarytas, pagal kompleksinio rodiklio poleotolerantiškumo indekso (PI) reikšmes. Gautų duomenų vaizdiniam pateikimui naudojamas Klaipėdos miesto žemėlapis (M 1:35 000). Duomenys žemėlapyje atvaizduoti piešiant ir *Microsoft Office Word 2007* programa.

Statistiniai analizės metodai. Oro kokybę atspindinčių rodiklių (rūšių įvairovė, gausumas, PI) tarpusavio ryšiai nustatyti buvo taikyta koreliacinė analizė. Miesto zonose suskaičiuoti šių rodiklių aritmetiniai vidurkiai, pasikliautini intervalai, standartinės paklaidos. Įvertinta veiksnio „Rajonas“ įtaka minėtiems rodikliams (dispersinė analizė). Duomenys apdoroti „STATISTICA“ paketu.

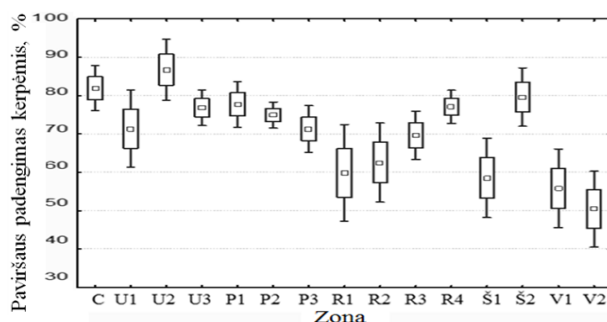
Rezultatai ir jų aptarimas

Epifitinių kerpių gausumo tyrimas Klaipėdos mieste. Miesto teritorijoje iš viso buvo ištirta 320 medžių. Daugiausiai (65 %) tirtų medžių buvo mažalapė liepa (*Tilia cordata* Mill.). Epifitinių kerpių gausumas nustatytas, apskaičiuojant vidutinį visų kerpių rūšių procentinį padengimą kiekviename tyrimo kvadrato. Vėliau jie pagal epifitinių kerpių vidutinį procentinį padengimą (%) buvo priskirti 3 klasėms: mažas (≤ 22 %), vidutinis (23–32 %) ir sąlyginai didelis (≥ 33 %) padengimas. Epifitinių kerpių gausumas taip pat nustatytas skaičiuojant vidutinį visų kerpių rūšių procentinį padengimą tiriamame kvadrato, kuris priskiriamas atitinkamai miesto zonai.

Vidutinis procentinis epifitinių kerpių padengimas Klaipėdos mieste yra 73 %. Didžiausias (87,5 %) procentinis padengimas nustatytas uosto (U2) zonoje. Mažiausias (40,25 %) epifitinių kerpių procentinis padengimas nustatytas V2 zonos kvadrato. Apibendrinus tirtos teritorijos kvadratų duomenis pagal epifitinių kerpių vidutinį procentinį padengimą Klaipėdos miestas priskirtas 3 klasei. Šios klasės medžių kamienų padengimas epifitinėmis kerpėmis didžiausias. Didelį kerpių procentinį padengimą galėjo lemti miesto mikroklimatas. Nustatyta, kad temperatūrų ekstremumai, santykinė drėgmė ir N iškritos glaudžiai susijusios su kerpių rūšine sudėtimi (McMurray et al., 2015).

Analizuojant epifitinių kerpių procentinį padengimą miesto zonose didžiausias projekcinis padengimas (86,6 %) nustatytas uosto zonoje U2, o mažiausias (50,4 %) – miesto

zonoje V2 (2 pav.). Didelį kerpių padengimą galėjo lemti tai, kad teritorijos tankiai užstatytos bei apgyvendintos, vyrauja intensyvūs transporto srautai. Tai patvirtina Londone atlikto tyrimo (Iscorno et al., 2007) rezultatus, parodančius, kad dėl intensyvaus transporto atsirandančios suspenduotos dalelės bei azoto junginiai daro didžiulę įtaką kerpių augimui. O. W. Purvis su bendraautoriais (2003) nustatė, kad transporto emisijos turi didžiulės įtakos kerpių gausumui ir pasiskirstymui. Didžiulį epifitinių kerpių padengimo laipsnį galėjo lemti miesto želdiniuose vyraujančios medžių rūšys, jų amžius, žievės ypatybės, meteorologinės sąlygos. M. Castello ir N. Skert (2005) tyrimai parodė, kad *Xanthoria parietina* bendrijos gausiau paplitusios gerai apšviestose vietose ant medžių žievės, turinčios daug maistinių medžiagų. Mažas epifitinių kerpių procentinis padengimas siejamas su ten augančių medžių žievės ypatybėmis bei amžiumi.



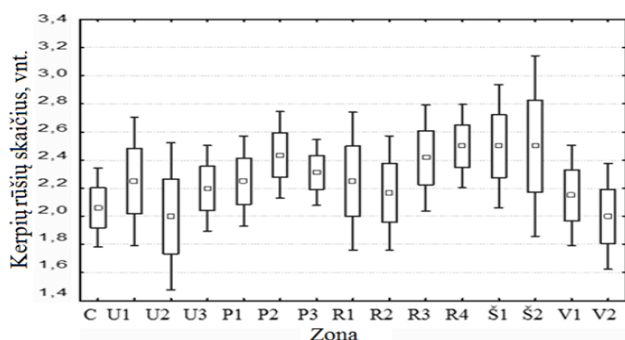
2 pav. Klaipėdos miesto procentinio padengimo (%) vidurkiai
Fig. 2. Averages of lichen coverage (in %) in Klaipėda city

Statistinė analizė parodė statistiškai reikšmingą ($p < 0,05$) epifitinių kerpių procentinio padengimo vidurkių skirtumą tarp C ir U1, R2 ir R3, V1 ir V2 miesto zonų (3 pav.). Taikant vienfaktorinę dispersinę analizę (One-way ANOVA), nustatyta, kad miesto zona turi statistiškai patikimos įtakos epifitinių kerpių procentiniam padengimui ($p < 0,05$). Šis dydis kinta priklausomai nuo miesto zonos bei galimos jos taršos.

Epifitinių kerpių rūšių įvairovės tyrimai Klaipėdos mieste. Iš viso buvo identifikuota 10 kerpių rūšių (2 krūmiškosios, 6 lapiškosios ir 2 žiauberiškosios). Mieste aptiktos ypač jautrios oro taršai krūmiškosios kerpės *Evernia prunastri* ir *Rmamilina fraxinea*. Šių rūšių buvimas rodo, kad toje zonoje, kur jos rastos, miesto oras švarus. S. Munzi su bendraautoriais (2010) nustatė, kad *Evernia prunastri* yra ypač jautri azoto junginiams, todėl ji yra puiki šios taršos indikatorė, netoleruojanti lėtinio azoto junginių poveikio. Nustatyta, kad tostant nuo miesto centro didesniuose žaliuosiuose plotuose aptinkamos mažiau tolerantiškos oro taršai epifitinių kerpių rūšys. Analizuojant kerpių teritorinio paplitimo dėsninumus nustatyta, kad lapiškųjų kerpių rūšių aptikta visuose tirtuose kvadratuose, bet mažai žiauberiškųjų. Tai rodo nedidelį tirtos teritorijos antropogenizacijos laipsnį ir palyginti švarią aplinką. Tyrimuose tokių eutrofinių kerpių rūšių kaip *Physcia*, *Xanthomendoza* ir *Xanthoria* paplitimas siejamas su didelėmis N iškritomis, nedideliu kritulių kiekiu (Nguyen-Viet et al., 2008) bei temperatūrų ekstremumais (McMurray et al., 2015, Paoli et al., 2015).

Pagal aptiktą kerpių rūšių skaičių Klaipėdos miesto teritoriją galima priskirti 3 klasėms: mažas (≤ 7 rūšys);

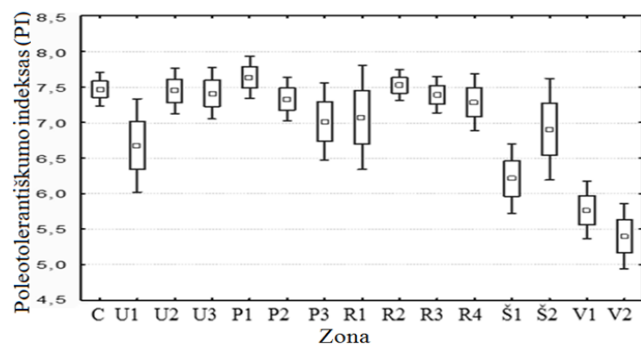
vidutinis (8–10 rūšių) ir sąlyginai didelis rūšių skaičius (>10 rūšių). Tirtos teritorijos vidutinis epifitinių kerpių rūšių skaičius yra 2,27. Mažą kerpių rūšių skaičių lėmė pramonės ir transporto tarša, tankus teritorijos užstatymas bei miesto žaliųjų plotų stoka. M. Castello ir N. Skert (2005) savo tyrimais įrodė, jog antropogeninė veikla (ypač žemdirbystė ir miškininkavimas) gali skatinti *Parmelia* ir *Xanthoria* genčių kerpių plitimą. Analizuojant epifitinių kerpių rūšių skaičių vidurkius Klaipėdos miesto zonose nustatyta, kad didžiausiu rūšių skaičiumi pasižymi šiaurinės Š1 ir Š2 (Š1, Š2 = 2,5) zonos (3 pav.).



3 pav. Kerpių rūšių skaičius Klaipėdos miesto zonose
Fig. 3. Average number of lichens at zones of Klaipėda city

Tyrimo metu mažiausiai (po 2) epifitinių kerpių rūšių buvo aptikta uosto U2) ir vakarinėje V2 miesto zonose. Manoma, kad mažą rūšių skaičių sąlygoja medžių žievės pH; jis didesnis ten kur antropogeninė veikla intensyvi (Llop et al., 2012). Statistinė analizė parodė, kad epifitinių kerpių rūšių skaičiaus vidurkių skirtumai tarp C ir U2, P1 ir P2, P3 ir R1, R2 ir R3 bei Š1 ir Š2 miesto zonų yra statistiškai reikšmingi ($p < 0,05$). Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę (One-way ANOVA) nustatyta, kad miesto zonos nedaro statistiškai reikšmingos ($p > 0,05$) įtakos epifitinių kerpių rūšių įvairovei. Galima teigti, kad epifitinių kerpių rūšių įvairovė kinta nepriklausomai nuo Klaipėdos miesto zonos.

Klaipėdos miesto zonų poleotolerancijos indekso (PI) vidurkių palyginimas. Kiekybiniam epifitinių kerpių bendrųjų būklės įvertinimui Klaipėdos mieste skaičiuotas kompleksiškas kerpių jautrumo oro taršai rodiklis – poleotolerantiškumo indeksas (PI), kuris atsispindi kerpių rūšių skaičių ir jų gausumą tiriamoje teritorijoje. Vidutinis visos teritorijos PI yra 7,47. Didžiausias PI (8) nustatytas beveik visuose miesto zonų kvadratuose, išskyrus, V1 ir V2 zonų kvadratus. Mažiausia (3,26) reikšmė nustatyta V2 zonos kvadratuose (4 pav.).

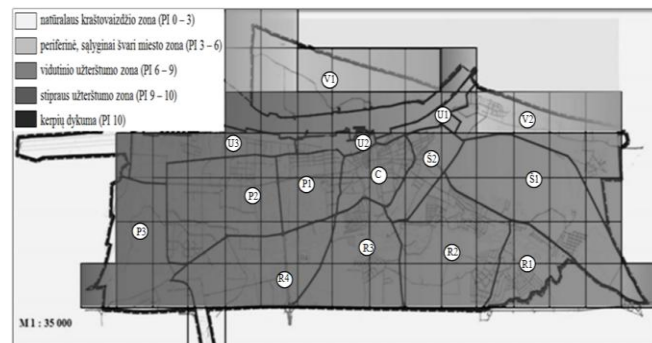


4 pav. Poleotolerantiškumo indekso (PI) reikšmės skirtingose Klaipėdos miesto zonose
Fig. 4. The index of poleotolerance (PI) in different zones of Klaipėda city

Šiek tiek mažesnę epifitinių kerpių PI indeksą turi R2 (PI 7,52) ir C (PI 7,47) zonos. P1 zonoje tarša ypač didina uosto teritorija (U2 zona) dėl ten vykdomos intensyvios krovos ir krovinių pervežimo veiklos. Nustatyta, kad tiriant miesto erdvėje augusius kerpių pavyzdžius nustatomi kur kas didesni sunkiųjų metalų kiekiai nei iš neurbanizuotų tyrimo vietų (Kularatne, Freitas, 2013). Mažiausias PI indeksas nustatytas V2 zonoje – 5,40. Žemos PI vertės zonoje siejamos su jų izoliuotumu.

Statistinės analizės parodė statistiškai reikšmingus ($p < 0,05$) epifitinių kerpių rūšių skaičiaus skirtumai tarp P1 ir P2, R2 ir R3, Š1 ir Š2 bei tarp V1 ir V2 miesto zonų. Vienfaktorinė dispersinė analizė (One-way ANOVA) parodė, kad miesto zona (t. y. jos aplinka) turi statistiškai reikšmingos ($p < 0,05$) įtakos poleotolerantiškumo indekso reikšmei.

Klaipėdos miesto lichenoidikacinių zonų išskyrimas. Užterštumo zonų išskyrimui Klaipėdos mieste naudotas poleotolerantiškumo indeksas (PI), kurio reikšmės buvo suskirstytos į 5 klases: natūralaus kraštovaizdžio zona (PI 0–3), periferinė, sąlyginai švari miesto zona (PI 3–6), vidutinio užterštumo zona (PI 6–9), stipraus užterštumo zona (PI 9–10), kerpių dykuma (PI 10). Remiantis gautomis poleotolerantiškumo indekso reikšmėmis nustatyta, kad 85 % tirtos teritorijos yra vidutinio užterštumo zonoje. 15 % Klaipėdos miesto teritorijos yra sąlyginai švari (5 pav.). Stipraus užterštumo mieste nenustatyta. Pastebėta, kad didžiausia oro tarša yra uosto ir centrinėje miesto dalyse, kur vyrauja itin intensyvus automobilių ir geležinkelio transportas.



5 pav. Klaipėdos miesto lichenoidikacines zonos
Fig. 5. Lichenoidic zones in Klaipėda city

Nustatyta (Aslan et al., 2011), kad oro tarša turi įtakos teršalų koncentracijai kerpių gniužuluose (Augusto et al., 2013), o arčiau kelių augančios kerpių bendrijos sukaupia žymiai daugiau teršalų nei 100 m atstumu nuo kelio augančios. I Šatkauskienė (2012) tirdama *Xanthoria parietina* mikrofauną, didesnę pirmuonių skaičių rado užterštose vietovėse augančių kerpių gniužuluose, lyginant su teritorijomis be vietinės taršos.

Apibendrinus mūsų tyrimo rezultatus galima konstatuoti, kad didžioji tirtos Klaipėdos miesto teritorijos dalis priskirtina vidutinio oro užterštumo zonai, kurios poleotolerantiškumo indeksas (PI) yra 7,47.

Išvados

1. Didžiausias (86,75 %) epifitinių kerpių projekcinis padengimas nustatytas Klaipėdos uosto zonoje. Kitos didelės kerpių padengimą turinčios zonos išsidėsčiusios miesto

centre, kur panašus teritorijos užstatymas, intensyvūs transporto srantai ir tankus miesto gatvių tinklas.

2. Klaipėdos mieste identifiikuotos 2 krūmiškųjų, 6 lapiškųjų ir 2 žiauberiškųjų kerpių rūšys. Santykinai didelis lapiškųjų ir mažas žiauberiškųjų kerpių rūšių skaičius rodo, kad miesto aplinka yra palyginti švari.

3. Didžiausias (8) poleotolerantiškumo indeksas nustatytas beveik visuose miesto zonų kvadratuose, išskyrus, V1 ir V2, kiek mažesnis (7,64 ir 7,52) – P1 ir R2 zonose, o mažiausias (3,26) – V2 zonoje. PI vertėms įtakos turėjo tiriamų kerpių bendrijų padėtis miesto teritorijoje.

4. Nustatyta, kad 85 % Klaipėdos miesto teritorijos yra vidutinio užterštumo, o 15 % – sąlyginai švari. Stipraus užterštumo mieste nėra.

5. Dispersinė analizė parodė, kad kerpių bendrijų procentiniam padengimui bei PI reikšmei – įtakos turi konkreti miesto zona, o epifitinių kerpių rūšių įvairovė kinta nepriklausomai nuo jos.

Literatūra

- ASLAN, A., CICEK, A., YAZICI, K., KARAGOZ, Y., TURAN, M., AKKUS, F., YILDRIM, O. S. The assessment of lichens as bioindicator of heavy metal pollution from motor vehicles activities. *African Journal of Agricultural Research*, 2011, Vol. 7, p. 1698–1706.
- ASTA, J., ERHARDT, W., FERRETTI, M., FORNASIER, F., KIRSCHBAUM, U., NIMIS, P. L., PURVIS, O. W., PIRINTSOS, S., SCHEIDEGGER, C., VAN HALUWYN, C., WIRTH, V. European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress. *The British Lichen Society*, London, 2002, 20 p.
- AUGUSTO, S., PEREIRA, M. J., MAGUAS, C., BRANQUINHO, C. A step towards the use of biomonitors as estimators of atmospheric PAHs for regulatory purposes, *Chemosphere*, 2013, Vol. 92, p. 626–632.
- CASTELLO, M., SKERT, N. Evaluation of lichen diversity as an indicator of environmental quality in the North Adriatic submediterranean region. *Science of the Total Environment*, 2005, Vol. 336, p. 201–214.
- DEMIRAY, A. D., YOLCUBAL, I., AKYOL, N. H., COBANOGU G. Biomonitoring of airborne metals using the Lichen *Xanthoria parietina* in Kocaeli Province, Turkey. *Ecological Indicators*, 2012, Vol. 18, p. 632–643.
- GRIES, C. Lichens as indicators of air pollution. *Lichen biology, ed Nach T.H. III*. Cambridge: University Press, 1996, p. 240–255.
- ISOCRONO, D., MATTEUCCI, E., FERRARESE, A., PENSI, E., PIERVITTORI, R. Lichen colonization in the city of Turin (N Italy) based on current and historical data. *Environmental Pollution*, 2007, Vol.145, p. 258–265.
- KULARATNE, K. I. A., FREITAS, C. R. Epiphytic lichens as biomonitors of airborne heavy metal pollution. *Environmental and Experimental Botany*, 2013, Vol. 88, p. 24–32.
- LLOP, E., PINHO, P., MATOS, P., PEREIRA, J. M., BRANQUINHO, C. The use of lichen functional groups as indicators of air quality in a Mediterranean urban environment. *Ecological Indicators*, 2012, Vol. 13, p. 215–221.
- MCMURRAY, J. A., ROBERTS, D. W., GEISER, L. H. Epiphytic lichen indication of nitrogen deposition and climate in the northern rocky mountains, USA. *Ecological Indicators*, 2015, Vol. 49, p. 154–161.
- MUNZI, S., LOPPI, S., CRUZ, C., BRANQUINHO, C. Do lichens have “memory” of their native N environment? *Planta*, 2011, Vol. 233, p. 333–342.
- NGUYEN-VIET, H., BERNARDA, N., MITCHELL, E. A. D., BADOTA, P. M., GILBERTA, D. Effect of lead pollution on testate amoebae communities living in Sphagnum fallax: An experimental study. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2008, Vol. 69, p. 130–138.
- NIMIS, P. L., PURVIS, O.W. Monitoring lichens as indicators of pollution, ed. Nimis P.L. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, p. 7–10.
- PURVIS, O. W., CHIMONIDES, J., DIN, V., EROTKRITOU, L., JEFFRIES, T., JONES, G. C., LOUWHOFF, S., READ, H., SPORO, B. Which factors are responsible for the changing lichen floras of London? *The science of the total environment*, 2003, Vol. 310, p. 179–189.
- ŠATKAUSKIENĖ, I. Microfauna of Lichen (*Xanthoria parietina*) in Lithuania: Diversity Patterns in Polluted and Non – Polluted Sites. *Baltic Forestry*, 2012, Vol. 18, p. 255–262.
- VRABLIKOVA, H., MCEVOY, M. SOLHAUG, K. A., BARTAK, M., GAUSLA, Y. Annual variation in photoacclimation and photoprotection of the photobiont in the foliose lichen *Xanthoria parietina*. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 2006, Vol. 83, p. 151–162.

Gintarė Ašmontaitė, Vida Stravinskienė

Evaluation of air quality of Klaipėda city using method of passive lichenoidication

The aim of study – to evaluate the air quality of Klaipėda city using method of passive lichenoidication. Territory of 80 km² area was examined in lichenological aspect, were epiphytic lichen communities on 320 trees where investigated. This area was divided into 80 squares of 1 km² and distributed as follows: the central (C), the port (U1, U2, and U3), the southern (P1, P2, P3), the eastern (R1, R2, R3, R4), the northern (S1, S2) and the west (V1, V2). Air quality has been assessed using lichenoidication parameters: number of species, percentage coverage and the index of poleotolerance (PI). 10 species (2 fruticose, 6 foliose and 2 crustose) of epiphytic lichen were found. The maximum percentage of the coverage has been allocated on zone of the port U2 (86.6 %) and C (81.9 %), Š2 (79.6 %) P1 (77.7 %) city zones. These zones are located in the city center. This area is abundant built, a dense network of streets and intensive traffic flow. The minimum % of the coverage has been allocated on zone of the west V2 (50.4 %). Average % of lichens coverage of the test area is 73 %. With the help of lichenoidication mapping observed that 85 % of the test area in Klaipėda city is medium polluted, and 15 % of the area is a relatively clean. The height level of pollution was not found. It can be said that the greatest impact on epiphytic lichen communities to pollution was falling from vehicle and industry emissions. For the purposes of Univariate analysis of variance (one-way ANOVA) was found that the percentage of lichen coverage and PI varies depending on the area statistically significant (p<0.05).

Epiphytic lichens, lichenoidication, air quality, monitoring

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

Gintarė AŠMONTAITĖ. Vytauto Didžiojo universiteto Gamtos mokslų fakulteto Aplinkotyros katedros bakalaurantė. Adresas: Vileikos g. 8, LT-44404, Kaunas. Tel. (8 37) 32 79 04, el. paštas: g.asmontaite@gmf.vdu.lt.

Vida STRAVINSKIENĖ. Vytauto Didžiojo universiteto Gamtos mokslų fakulteto Aplinkotyros katedros profesorė. Adresas: Vileikos g. 8, LT-44404, Kaunas. Tel. (8 37) 32 79 04, el. paštas: v.stravinskiene@gmf.vdu.lt.

Gintarė AŠMONTAITĖ. Vytautas Magnus University, Faculty of Natural Sciences, Department of Environmental Sciences, bachelor student. Address: Vileikos g. 8, LT-44404, Kaunas. Tel. (+370 37) 32 79 04, e-mail: g.asmontaite@gmf.vdu.lt.

Vida STRAVINSKIENĖ. Vytautas Magnus University, Faculty of Natural Sciences, Department of Environmental Sciences, professor. Address: Vileikos g. 8, LT-44404, Kaunas. Tel. (+370 37) 32 79 04, e-mail: v.stravinskiene@gmf.vdu.lt.