

Regulējošie EP

Toksisko smago metālu (Hg, Cd, Pb) stabilizācija augsnes organisko vielu slānī (H horizontā) meža zemēs

Vispārīga informācija

1. tabula: Indikators atbilstoši CICES V.5.1 klasifikācijai

EP sekcija ES section	Regulācija un uzturēšana (biotiski) <i>Regulation & Maintenance (Biotic)</i>
EP nodaļa ES division	Vielu ieneses bioķīmiska vai fizikāla transformācija ekosistēmās <i>Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems</i>
EP grupa ES group	Atkritumu, toksisku un citu kaitīgu vielu mediācija nedzīvu procesu rezultātā <i>Mediation of waste, toxics and other nuisances by non-living processes</i>
EP klase ES class	Mediācija ar citiem ķīmiskiem vai fizikāliem procesiem (pie., filtrācija, uztveršana, uzglabāšana vai akumulēšana) <i>Mediation by other chemical or physical means (e.g. via Filtration, sequestration, storage or accumulation)</i>
EP kods ES code	5.1.1.3

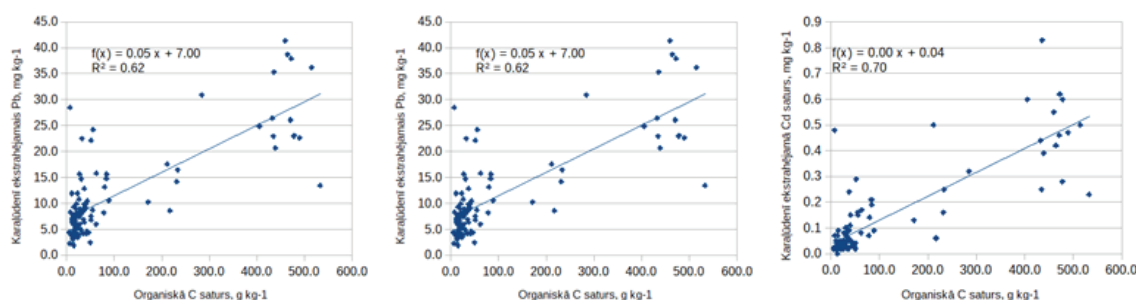
Novērtētie EP aspekti: Potenciāls – meža ekosistēmu potenciāls stabilizēt toksiskos smagos metālus augsnes organisko vielu slānī (H horizontā).

Teorētiskais pamatojums

Meža ekosistēmās smago metālu ienesi galvenokārt nodrošina atmosfēras sausie un slapjie nosēdumi (tai skaitā koku vainagu caurteces un stumbra noteces nokrišņi) un meža nobiras. Līdz ar to meža ekosistēmas tiek uzskatītas par smago metālu krātuvēm, jo smagie metāli tiek uztverti, stabilizēti un akumulēti gan veģetācijā, gan augsnē (Frausto da Silva & Williams, 2001; Smidt et al., 2012).

Bioloģiskās sistēmās smagie metāli tiek klasificēti kā būtiskie un nebūtiskie atkarībā no to nepieciešamības dzīvajiem organismiem fizioloģisko un bioloģisko funkciju nodrošināšanai (Valujeva et al., 2016). Pie būtiskiem smagiem metāliem (mikroelementiem), kas minimālos daudzumos nepieciešami dzīvajiem organismiem, tiek pieskaitīti Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Ni, bet pie nebūtiskajiem smagiem metāliem, kas nav nepieciešami dzīvajiem organismiem, - Cd, Pb un Hg (Valujeva et al., 2016). Attiecībā uz smago metālu toksiskumu, kā videi un cilvēku veselībai bīstamākie tiek minēti Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Sn un Cr (Valujeva et al., 2016), bet Pasaules Veselības organizācija (World Health Organization – WHO) 10 kaitīgāko ķīmisko vielu sarakstā ir iekļāvusi šādus toksiskos smagos metālus: Hg, Cd un Pb (Pasaules Veselības organizācija, 2016). Minēto toksisko smago metālu izslēgšana no ekoloģiskās barības ķēdes un piesaistīšana un uzkrāšana, piemēram, augsnē ir būtisks ekosistēmas pakalpojums.

Augsnes kapacitāti akumulēt smagos metālus (sorbcijas intensitāti) nosaka augsnes granulometriskais sastāvs, organiskās vielas īpatsvars, minerālu sastāvs, organisko un neorganisko lignadu (ieskaitot humīnskābes un fulvoskābes) koncentrācija, augsnes pH, mitrums, temperatūra, sakņu eksudāti, barības vielas un reducēšanās-oksidēšanās potenciāls (Violante et al., 2010; Lasota et al., 2020). Augsnes organiskā viela un māla minerāli ir galvenie augsnes komponenti, kas nodrošina būtisku smago metālu sorbcijas kapacitāti, galvenokārt, apmaiņas sorbcijas, kompleksveidošanās un helātu veidošanās procesu rezultātā (Frausto da Silva & Williams, 2001; Violante et al., 2010; Melecis, 2011; Smidt et al., 2012; Pajčk et al., 2016; Lasota et al., 2020). Augsnes organiskā viela veicina smago metālu aizturi, mobilitātes un biopieejamības samazināšanos (Lasota et al., 2020). Organiskā matērija pati par sevi ir ķīmiski stabils savienojumu komplekss, kas var saglabāties augsnē neskarts pat simtiem un tūkstošiem gadu (Melecis, 2011). Tāpat smagie metāli, kas saistīti nešķīstošā organiskā matērijā, ir salīdzinoši nekustīgi (Pajčk et al., 2016). Pārmērīga mitruma un skābekļa trūkuma apstākļos, kādi ir, piemēram, purvos un mitros mežos, organiskās matērijas mineralizācija notiek ļoti lēni, līdz ar novērojama smago metālu pastiprināta akumulācija (Melecis, 2011). Latvijā līdz šim veiktie pētījumi gan meža zemē (1. attēls), gan lauksaimniecības zemē (Bardule, 2019) apstiprina to, ka no visiem augsni raksturojošiem parametriem tieši organisko vielu saturs vislabāk atspoguļo Cd, Pb un Hg saturu augsnē (korelācijas koeficienti $r > 0.70$). Līdz ar to augsnes organisko vielu slāņa (H horizonta) biezums ir izvēlēts par mainīgo parametru, lai raksturotu meža ekosistēmu potenciālu stabilizēt toksiskos smagos metālus augsnē.



1.attēls. Sakarības starp organiskā C saturu un smago toksisko metālu (Cd, Pb un Hg) saturu meža augsnē 0-10 cm dziļumā (demonstrācijas projekta BioSoil rezultāti)

Indikatora skalas izveidošana

Indikatora skala (2. tabula) izstrādāta, balstoties uz Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” īstenošanās Meža statistiskās inventarizācijas (MSI) datiem par augsnes H horizonta biezumu dažādos meža tipos (meža zemes kategorijas – mežs, izcirtums) (Bārdule et al., 2021).

2. tabula: Indikatora skala

EP vērtība	Augsnes organisko vielu slāņa (H horizonta) biezums, cm	Atbilstošie meža tipi
1	0-5	Sausieņi (Sl, Mr, Ln, Dm, Vr, Gr) Slapjaini (Gs) Āreņi (As, Ap)
2	6-10	Slapjaini (Dms, Vrs) Āreņi (Am, Av)
3	11-20	Slapjaini (Mrs, Grs)
4	21-40	Purvaini (Lk, Db) Kūdreņi (Ks, Kp)
5	>41	Purvaini (Pv, Nd) Kūdreņi (Kv, Km)

Informācijas un datu avoti EP novērtējumam

- Nepieciešamā izejas informācija – meža tips;
- Datu avots, turētājs – Meža Valsts reģistrs, Valsts Meža dienests;
- Mazākā telpiskā vienība – meža nogabals;
- Iekļautas šādas meža zemes kategorijas – mežs (kategorija - 10) un izcirtums (kategorija - 14).
- Dati pieejami par sekojošu laika periodu (gadiem) – kopš 2000.gada.

Izmantotā literatūra

Bārdule, A., Butlers, A., Lazdiņš, A., Līcīte, I., Zvirbulis, U., Putniņš, R., Jansons, A., Adamovičs, A., Razma, Ģ. 2021. Evaluation of soil organic layers thickness and soil organic carbon stock in hemiboreal forests in Latvia. *Forests* 2021, 12, 840.

<https://doi.org/10.3390/f12070840>

FAO. 1998. World Reference Base for Soil Resources; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 1998.

Lasota, J., Błońska, E., Łyszczarz, S. et al. Forest Humus Type Governs Heavy Metal Accumulation in Specific Organic Matter Fractions. *Water Air Soil Pollut* 231, 80 (2020).

<https://doi.org/10.1007/s11270-020-4450-0>

Pajdak, M., Błońska, E., Frąć, M. et al. Functional Diversity and Microbial Activity of Forest Soils that Are Heavily Contaminated by Lead and Zinc. *Water Air Soil Pollut* 227, 348 (2016).

<https://doi.org/10.1007/s11270-016-3051-4>

Violante, A., Cozzolino, V., Perelomov, L., Caporale, A. G., & Pigna, M. (2010). Mobility and bioavailability of heavy metals and metalloids in soil environments. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(3), 268–292.

Frausto da Silva, J. J. R. & Williams, R. J. P. (2001). The biological chemistry of the elements. The inorganic chemistry of life. 2. Oxford University Press.

Smidt, S., Jandl, R., Bauer, H., Frst, A., Mutsch, F., Zechmeister, H. & Seidel, C. (2012). Trace Metals and Radionuclides in Austrian Forest Ecosystems. In: Ishwaran, N. (Ed) *The Biosphere*. InTech. ISBN 978-953-51-0292-2.

Valujeva, K., Grīnfelde, I. & Straupe, I. (2016). Fitoremediācija. Izmantošanas iespējas Latvijā. Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības Universitāte. ISBN 978-9984-48-205-7.

Pasaules Veselības organizācija (2016). Ten chemicals of major public health concern. Pieejams: http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chemicals_phc/en/

Melecis, V. 2011. Ekoloģija. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 352 lpp.

Bārdule, A. 2019. Mikro- un makroelementu plūsmas īscirtmeta apšu hibrīdu (*Populus tremuloides* Michx. x *Populus tremula* L.) kokaugu stādījumā lauksaimniecības zemē. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", 164 lpp.