

**Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas  
2016. – 2021. gadam  
3. zinātniskās izpētes misijas  
“Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz smago metālu  
koncentrāciju zemsegā,  
augsnē un mellenēs (*Vaccinium myrtillus*)”  
ziņojums**

**autori: Vitālijs Lazarenko, Vita Rudoviča, LU Ķīmijas fakultāte**



Pētījums veikts a/s “Latvijas valsts meži” un LVMI Silava  
2011. gada 11. oktobra memoranda  
“Par sadarbību zinātniskajā izpētē” ietvaros



**Silava, 2018**

Īstermiņā zinātniskā misija “Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz smago metālu koncentrāciju zemsegā, augsnē un mellenēs (*Vaccinium myrtillus*)” tika īstenota apsekojot LVMI Silava ierīkotos ilgtermiņa izpētes objektus.

### ***Pētījuma objekta un parauga apraksts***

Melleņu, augsnes un zemsegas paraugi elementu ķīmiskā satura kvantificēšanai tika ievākti no 3 parauglaukumiem – 405-421-3; 608-19-21; 608-29-4.

Melleņu (*Vaccinium myrtillus*) paraugi tika ievākti 2018.gada augusta beigās, septembra sākumā. 15 melleņu paraugus ievāca plastmasas trauciņos un uzglabāja saldētavā līdz ķīmisko elementu koncentrācijas noteikšanai.

Augsnes un zemsegas paraugi tika ievākti 2018.gada oktobra beigās. Kopā tika ievākti 36 augsnes un 14 zemsegas paraugi. Augsne tika ievākta divos dziļumos: 0-10 cm (melleņu sakņu zonā) un 10-20 cm (zem sakņu zonas). Pēc ievākšanas, augsnes un zemsegas paraugi tika gaissausi žāvēti.

Nemazgātas mellenes tika atkausētas un žāvētas žāvējamā skapī 50°C temperatūrā līdz konstantai masai (~24 h). Paraugu mineralizācija tika veikta izmantojot mikroviļņu iekārtu. Ņēma ~0,3-0,4(±0,0001) g iesvara, kuru šķīdināja HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (6:2) maisījumā (reaģentu tīrība – *TraceMetal Grade*). Mineralizācijas režīms mikroviļņu krāsnī bija sekojošs - 125°C temperatūrā (800W) 25 minūtes. Pēc mineralizācijas šķīdumus kvantitatīvi pārnesa graduētās PP mēģenēs un atšķaidīja ar dejonizēto ūdeni (elektrovadītspēja 0,055 μS/cm) līdz 20 mL. Šādā veidā tika pagatavoti 2 paralēlie paraugi. Iegūto paraugu šķīdumos elementu koncentrāciju noteica ar ICP-MS analīzes metodi (*8900 Triple Quadrupole ICP-MS*. Ražotājs: Agilent).

Gaissausus augsnes paraugus sijāja ar sietu (poru diametrs 2 mm). Augsni ar iesvaru. 5-10(±0,0001)g pārnesa koniskajās kolbās un pievienoja 1M HNO<sub>3</sub> šķīdumu. Augsnes paraugus šajā skābē izturēja 20 h. Paraugus kratīja 1 h ar ātrumu 190 rpm. Ekstrahētos paraugus nofiltrēja. 990 μL ekstrakta šķīduma pievienoja 10 μL Ga standartšķīduma ar masas koncentrāciju 1,000 g/L. 5 μL pagatavotā šķīduma uznesa uz kvarca stikla pamatnes, izžāvēja un veica elementu kvantificēšanu ar pilnīgās atstarošanās rentgenfluorescences spektroskopijas metodi (*S2 Picofox TXRF*. Ražotājs: Bruker).

Sausā paraugu mineralizācija tika pielietota zemsegas gadījumā. 2(±0,0001)g parauga pārpelnoja mufelī 450 °C temperatūrā 3 stundas. Iegūtos pelnus šķīdināja koncentrētā HNO<sub>3</sub>,

kvantitatīvi pārnesa graduētās PP mēģenēs un atšķaidīja ar dejonizēto ūdeni līdz 50 mL. Metālisko elementu koncentrācija zemsegas paraugos tika noteikta izmantojot TXRF analīzes metodi (sagatavošanas princips tāds pats kā augsnes gadījumā).

Iegūtie rezultāti parāda, ka mellenēs, kuras ievāktas no kontroles un mēsloziem parauglaukumiem, metālisko elementu saturs ir līdzīgs. Pēc MK Nr.334 noteikumiem, tika konstatēts, ka svina saturs mellenēs nepārsniedz maksimāli pieļaujamo robežu (<0,2 mg/kg). Savukārt, kadmija gadījumā, mellenēs, kuras ievāktas parauglaukumā “405-421-3”, maksimāli pieļaujamā robeža ir pārsniegta (>0,05 mg/kg), aptuveni par 1,5 reizēm.

Elementu saturs augsnē neuzrāda krasas atšķirības starp kontroles un mēsloziem parauglaukumiem. Pēc MK Nr.804 noteikumiem, tika konstatēts, ka augsnē noteiktās metālisko elementu koncentrācijas nepārsniedz maksimāli pieļaujamās robežas.

Parauglaukumā “405-421-3” gan mellenēs, gan augsnē ir novērojams lielāks mangāna saturs nekā pārējos parauglaukumos. 405-421-3, kur tika ievākta kūdraina augsne, ir novērojama tendence, ka neatkarīgi no augsnes dziļuma niķeļa, cinka, stroncija un svina saturs ir līdzīgs, taču vara gadījumā - dziļākajos slāņos doto elementu saturs ir lielāks. Parauglaukumā “608-19-21” ir novērojama tendence, ka mangāna, niķeļa un svina saturs ir lielāks 0-10 cm augsnes dziļumā nekā 10 – 20 cm slānī.

Īstermiņa zinātniskās misijas laikā ievāktos paraugus ir plānots pētīt padziļināti 2019.g. laikā, izmantojot vēl citas paraugu sagatavošanas un analīzes metodes (FAAS, ET-AAS), lai novērstu dažu iepriekš lietoto metožu nepilnības konkrētu elementu noteikšanā (piemēram, ar TXRF nav iespējams kvantificēt kadmiju traucējošo spektrālo efektu dēļ).

Misijas rezultātus izmantos maģistra darba izstrādei un ziņos LU Zinātniskajā konferencē.

1.tabula Metālisko elementu saturs (mg/kg) mellenēs

Vieta	PL*	Piezīmes	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Cd	Sn	Hg	Pb
405-421-3	1.	Mēslois	0,04 ±0,02	244 ±94	0,32 ±0,02	5,7 ±0,7	13,2 ±0,4	0,0046 ±0,0016	0,70 ±0,04	0,069 ±0,010	0,005 ±0,002	0,015 ±0,004	0,0006 ±0,0002
	2.	Mēslois	0,068 ±0,011	123 ±21	0,61 ±0,14	6,0 ±1,2	10,4 ±1,7	0,009 ±0,005	0,51 ±0,12	0,084 ±0,008	0,0008 ±0,0007	0,015 ±0,008	0,0029 ±0,0010
	3.	Mēslois	0,0244 ±0,005	236 ±46	0,51 ±0,18	5,8 ±1,3	9,9 ±0,6	0,008 ±0,005	0,90 ±0,06	0,077 ±0,003	0,0119 ±0,0006	0,028 ±0,014	0,0012 ±0,0004
	4.	Mēslois	0,031 ±0,011	252 ±32	0,253 ±0,007	5,80 ±0,09	11,8 ±1,2	0,005 ±0,002	0,7 ±0,4	0,074 ±0,006	0,005 ±0,002	0,0204 ±0,0009	0,0046 ±0,0003
	6.	Kontrolē	0,0387 ±0,0002	188 ±74	0,38 ±0,02	6,4 ±0,7	9,77 ±0,11	0,005 ±0,003	1,42 ±0,04	0,092 ±0,014	0,0046 ±0,0010	0,0198 ±0,0004	0,00031 ±0,00011
608-19-21	1.	Mēslois I	0,076 ±0,002	14 ±3	0,26 ±0,04	3,6 ±0,7	7,8 ±1,1	0,0146 ±0,0009	2,48 ±0,03	0,004 ±0,002	0,0029 ±0,0012	0,0152 ±0,005	0,009 ±0,002
	1.	Mēslois II	0,06 ±0,02	52 ±5	0,22 ±0,02	4,81 ±0,04	7,6 ±0,6	0,0093 ±0,0009	1,14 ±0,18	0,008 ±0,004	0,0015 ±0,0011	0,022 ±0,006	0,009 ±0,003
	2.	Mēslois	0,120 ±0,005	25,2 ±1,2	0,399 ±0,019	6,3 ±0,2	10,5 ±0,4	0,033 ±0,007	4,06 ±0,05	0,0049 ±0,0004	0,00683 ±0,00016	0,022 ±0,006	0,0071 ±0,0016
	3.	Kontrolē	0,05 ±0,03	47 ±21	0,27 ±0,06	4,7 ±0,5	8,4 ±0,3	0,0160 ±0,0010	4,0 ±0,5	0,010 ±0,003	0,0020 ±0,0003	0,0188 ±0,0006	0,0023 ±0,0011
	4.	Kontrolē I	0,035 ±0,004	57 ±5	0,29 ±0,02	4,1 ±0,4	6,80 ±0,09	0,019 ±0,003	1,5 ±0,4	0,014 ±0,003	0,0010 ±0,0006	0,012 ±0,003	0,0025 ±0,0011
	4.	Kontrolē II	0,0280 ±0,0006	25 ±10	0,28 ±0,03	3,7 ±0,5	5,5 ±1,0	0,010 ±0,003	1,76 ±0,11	0,005 ±0,003	0,07 ±0,05	0,021 ±0,003	0,006 ±0,002
608-29-4	1.2.	Mēslois	0,3 ±0,2	113 ±19	0,28 ±0,03	4,2 ±0,6	9,0 ±1,8	0,0106 ±0,0008	0,9 ±0,4	0,0175 ±0,0016	0,0042 ±0,0012	0,0250 ±0,0002	0,0024 ±0,0005
	3.6.	Mēslois	0,033 ±0,017	75 ±4	0,207 ±0,015	3,0 ±0,6	10,0 ±0,4	0,026 ±0,019	1,3 ±0,5	0,022 ±0,012	0,0040 ±0,0008	0,022 ±0,008	0,005 ±0,002
	4.5.	Kontrolē	0,025 ±0,003	83 ±10	0,30 ±0,03	5,5 ±0,2	8,3 ±0,6	0,0081 ±0,0017	2,1 ±0,6	0,017 ±0,011	0,019 ±0,004	0,0201 ±0,0010	0,00081 ±0,00009
	7.8.	Kontrolē	0,03 ±0,02	150 ±46	0,6 ±0,6	4,3 ±0,8	8,5 ±1,6	0,0113 ±0,0012	0,74 ±0,04	0,014 ±0,008	0,003 ±0,001	0,022 ±0,006	0,031 ±0,011

\*Parauglaukums

2.tabula Metālisko elementu saturs (mg/kg) augsnē uz zemsegā teritorijā "405-421-3"

PL*	Piezīmes	Dziļums, cm	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Pb
1.	Mēslots	Zemsega	107,833	0,000	2,718	56,785	0,948	4,539	1,970
		0-10	10,636	0,847	1,739	25,085	1,640	12,364	29,580
		10-20	18,041	0,809	4,635	25,424	0,000	14,072	29,124
2.	Mēslots	Zemsega	95,189	0,000	3,133	72,001	0,428	3,026	0,750
		0-10	20,967	1,469	3,639	22,263	0,701	13,655	46,880
		10-20	8,671	1,052	2,273	18,071	2,114	10,144	51,269
3.	Mēslots	Zemsega	71,510	0,000	2,977	55,422	0,000	3,542	2,091
		0-10	8,188	1,566	5,791	24,077	0,000	15,765	79,259
		10-20	10,887	0,718	6,088	25,206	0,194	16,736	47,192
4.	Mēslots	Zemsega	100,270	1,004	3,613	76,518	0,624	3,992	5,063
		0-10	8,976	1,461	3,988	33,152	1,629	14,263	46,841
5.	Mēslots	10-20	7,604	1,310	5,006	28,527	0,000	15,166	49,231
		0-10	6,462	0,651	1,897	24,196	0,000	9,372	22,521
		10-20	6,826	0,541	3,331	24,242	0,000	22,106	25,104
6.	Kontrole	0-10	3,626	0,831	1,544	16,525	0,000	15,229	16,354
		10-20	11,023	0,469	2,887	22,386	0,000	24,301	27,493

\*Parauglaukums

3.tabula Metālisko elementu saturs (mg/kg) augsnē un zemsegā teritorijā “608-19-21”

PL	Piezīmes	Dziļums, cm	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Pb
1.	Mēslots	Zemsega	70,667	0,000	3,413	52,555	0,000	9,848	7,093
		0-10	3,884	0,890	1,654	17,702	0,000	16,314	17,518
		10-20	0,000	0,000	0,474	1,018	0,000	0,878	1,145
2.	Mēslots	0-10	7,908	0,868	2,003	20,035	0,000	15,760	23,760
		10-20	2,905	0,752	2,188	15,771	0,000	16,076	19,937
3.	Kontrole	0-10	15,138	1,425	4,624	36,483	0,000	25,046	30,237
		10-20	0,000	0,000	0,973	0,949	0,000	1,172	1,147
4.	Kontrole	Zemsega	35,461	0,000	2,224	40,036	0,000	9,933	7,583
		0-10	3,591	0,996	5,911	17,216	0,000	49,712	34,267
		10-20	3,651	1,058	3,992	15,299	1,812	37,777	20,898

\*Parauglaukums

4.tabula Metālisko elementu saturs (mg/kg) augsnē un zemsegā teritorijā "608-29-4"

PL*	Piezīmes	Dziļums, cm	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Pb
1.	Mēslots	0-10	0,000	0,000	0,489	2,192	0,000	1,703	2,965
		10-20	0,000	0,000	0,368	3,361	0,000	2,192	3,294
2.	Mēslots	Zemsega	38,707	0,000	2,335	30,032	0,000	9,657	11,859
		0-10	0,357	0,000	0,470	0,915	0,000	0,568	1,096
		10-20	0,000	0,000	0,300	0,489	0,000	0,223	0,387
3.	Mēslots	Zemsega	53,062	2,281	2,306	49,641	0,000	8,083	8,844
		0-10	1,944	0,546	1,658	13,469	0,000	16,155	18,453
		10-20	0,000	0,000	0,450	0,590	0,169	3,185	3,161
4.	Kontrole	Zemsega	89,039	0,000	4,430	65,132	0,289	6,567	1,247
		0-10	12,223	1,534	4,252	24,045	0,000	15,452	40,891
		10-20	0,618	0,193	0,750	2,843	0,000	4,034	6,482
5.	Kontrole	Zemsega	66,650	0,941	2,060	38,958	0,000	4,577	3,611
		0-10	0,623	0,201	0,497	1,340	0,000	0,698	1,737
		10-20	0,000	0,000	0,357	0,563	0,080	0,311	0,828
6.	Mēslots	Zemsega	49,307	0,000	1,896	51,553	0,000	9,782	0,000
		0-10	0,555	0,122	0,443	3,221	0,000	2,665	3,847
		10-20	0,478	0,095	1,482	4,093	0,418	2,077	3,124
7.	Kontrole	Zemsega	65,340	0,608	2,734	28,075	0,000	5,975	5,063
		0-10	0,000	0,000	0,000	3,059	0,000	2,131	5,537
		10-20	0,000	0,207	0,489	0,686	0,474	2,102	5,525
8.	Kontrole	Zemsega	135,383	3,822	1,885	26,547	0,000	15,515	12,382
		0-10	0,000	0,000	0,393	2,156	0,377	3,485	4,519
		10-20	0,000	0,000	0,448	1,202	0,256	1,818	2,394