

FOREST FERTILIZATION WITH WOOD ASH AND AMMONIUM NITRATE IMPACT ON BIOGENIC ELEMENT MOVEMENT OF SOIL WATER MEŽA KOMPLEKSĀS MĒSĻOŠANAS AR KOKSNES PELNIEM UN AMONIJA NITRĀTU IETEKME UZ BIOĢĒNO ELEMENTU APRITI AUGSNES ŪDENĪ

Autors: **Edgars MUIŽNIEKS**, e-pasts edgars_muiznieks@inbox.lv

Zinātniskais vadītājs: **Ivars MATISOVS**, Mg, sc. env.

e-pasts ivars.matisovs@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija. Inženieru fakultāte, Mehānika un metālapstrāde,

siltumenerģētika, siltumtehnika un mašīnzinības

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *The work describes impact of the complex soil fertilization with ammonium nitrate and wood ash on the forest water in Myrtillosa mel. The paper provides information and results about chemical element migration in Myrtillosa mel soil and precipitation water.*

Keywords: *soil water, ammonium nitrate, wood ash.*

Ievads

Veicot intensīvu mežsaimniecisko darbību, nepieciešams nodrošināt mežaudzi ar pietiekamu barības vielu daudzumu. Augsnis ūdens nodrošina biogēno elementu pārvietošanās funkciju augsnē, kā arī nodrošina to uzņemšanu.

Koku augšanas nodrošināšanai no meža augsnis tiek paņemtas barības vielas, taču tālāk nākamajai kociņu paaudzei var būt nepietiekams barības vielu daudzums, lai nodrošinātu to normālu augšanu un attīstību, tāpēc ir nepieciešama šo vielu atgriešana atpakaļ meža augsnē, to var nodrošināt ar koksnes pelnu ienesi mežā, dažādos pētījumos koksnes pelnus neiesaka izmantot kultūraugu mēslošanā [11;12].

Meža mēslošanā galvenā loma ir slāpekļa fosfora, magnija, dažos gadījumos arī kalcija mēslojumam [3].

Pašlaik vislabākie rezultāti mēslošanā ar koksnes pelniem ir sasniegti mežaudzēs uz susinātām kūdras augsnēm un minerālaugsnēm. Pētījumos Somijā noskaidrots, ka kālija resursi nosusinātajās augsnēs varētu izsīkt jau otrajā mežsaimnieciskā cikla laikā pēc meliorācijas. Neskatoties uz to, ka kālija daudzumam augsnē nav ietekmes uz mežaudzes ražību, tomēr tā trūkums var radīt bojājumus koka galotnes attīstībā, izraisot pat koku bojāeju [5]. Mežaudzes augšanas apstākļu uzlabošanas ietekme uz meža ekosistēmām ir atkarīga arī no abiotiskajiem faktoriem [2].

Šāda veida pētījumi ir nepieciešami, lai noteiktu mēslošanas ietekmi meža augsnē un tās ūdeņiem, kas savukārt pēc tam ļautu noteikt optimālās pelnu kaisīšanas devas. Tomēr pelnu izmantošanai ir arī citi pielietojumi, tie tiek veiksmīgi izmantoti lauksaimniecībā, cementa ražošanā, notekūdeņu ielabošanā, kā arī skruberu sistēmās [4;10], taču ne visi pelni atbilst iepriekš minēto darbību prasībām.

Pētījuma objekti

Pētījumu veikšanai atlasītas mežaudzes Tīreļos un Jelgavas pusē (1.tab.), mežaudžu vecums atbilst jaunaudžu klasei un mēslošana būtu pamatota lielāka krājas pieauguma sasniegšanai. Atlasīto mežaudžu meža tips atbilst šaurlapju ārenim (*Myrtillosa mel*), to apzīmē kā As. Tā augsnis virskārtā 5-20 cm biezumā atrodas biezs, labi sadalījis, skābs jēlbrūds, zem tā ir smilts vai mālsmilts, minerālaugsne, šī meža tipa mežaudzi veido I bonitātes priežu audzes, kurām parasti ir bērzu vai egļu piejaukums. Šādā meža tipā ieteicams audzēt skujkoku mistraudzes vai arī priežu tīraudzes. Koksnes krāja 100 gadus vecās augsnēs pārsniedz 340 m³ ha⁻¹ [14]. Pamežs ir vidēji biezs, to veido parastā irbene, parastais kadiķis, parastais krūklis,

<http://dx.doi.org/10.17770/het2019.23.4404>

kārkli, meža sausserdis [6]. Zemsedzi veido mellenes, zažskābenes, brūklenes, žagatiņas, papardes, savukārt sūnu stāvu - stāvaines, rūšaines, spuraines, īsvācelītes [14]. Nosusinot vēri, slapjo damaksni un dažas slapjo pļavu formācijas, veidojas šaurlapju ārenis, kā arī šis meža tips izveidojas, mežam pievadot trūkstošos biogēnos elementus (kāliju) [14].

Parauglaukumā 609-29-3 mēslošana ar koksnes pelniem tika veikta 2017.gada februārī, taču mēslošana ar amonija nitrātu 2017.gada jūlijā, mēslojums izkliedēts ar lauksaimniecības traktoru un minerālmēsli izkliedētāju "Amazone". Parauglaukums 609-34-24 tika mēslots ar koksnes pelniem 2017.gada februārī, taču mēslošana ar amonija nitrātu notika 2017.gada jūnijā, savukārt šajā gadījumā mēslojums tika izkliedēts manuāli ar rokām. Parauglaukumā 021-32-13 mēslošana ar koksnes pelniem tika veikta 2016.gada oktobrī, taču mēslošana ar amonija nitrātu notika 2017.gada jūlijā, mēslojums tika izkliedēts ar lauksaimniecības traktoru un minerālmēsli izkliedētāju "Amazone". Minerālmēslus un pelnus izkliedējot ar traktortehniku, iespējams izvairīties no tiešas ievades ūdens objekts, kas var veicināt šo objektu eitrofikāciju [7], arī minerālmēsli izklieide manuāli ar rokām nepieļauj tiešu mēslojuma ievadi ūdens objekts.

Parauglaukumu apsaimniekotāji Meža pētīšanas stacija (MPS) un Latvijas valsts meži (LVM).

1.tabula

Atlasītās audzes, kur veikta ielabošanai ar koksnes pelniem un amonija nitrātu

Parauglaukuma kods	Meža tips	Koku suga un vecums	Platība, ha	Apsaimniekotājs	Vieta	Mēslošanas tehnoloģija	Koordinātas
609-29-33	As	E30	3,7	LVM	Tīreļi	mašinizēti	56.84780; 23.70368
609-34-24	As	B29	4,3	LVM	Tīreļi	manuāli	56.83219; 23.64353
021-32-13	As	B29	2,1	MPS	Jelgava	mašinizēti	56.72052; 23.74586

Paraugi mēsloti ar koksnes pelniem no koksnes katlumājas (2.tab.) un amonija nitrātu NH₄NO₃, mēslošanas deva pelniem 3 t ha⁻¹, amonija nitrātam 0.44 t ha⁻¹.

2.tabula

Izmantoto pelnu ķīmiskais sastāvs

pHCaCl ₂	Corg., g kg ⁻¹	Nkop., g kg ⁻¹	P, g kg ⁻¹	K, g kg ⁻¹	Ca, g kg ⁻¹	Mg, g kg ⁻¹
13,06	16,87	0,04	27,99	134,74	19,56	16,70

Materiāli un metodes

Monitoringa komplekti (ūdens nokrišņu paraugu savācēji, 30 un 60 cm lizimetri) izvietoti pa diviem monitoringa komplektiem, viens mēslotajā un viens nemēslotajā (fona līmenis) audzes daļā. No šiem monitoringa komplektiem laika posmā no 2017.gada marta līdz 2017.gada oktobrim tika ievākti ūdens paraugi un reizi mēnesī analizēti.

Paraugi ievākti un transportēti atbilstoši ISO 5667-3:2012 standartam "Ūdens kvalitāte. Paraugu ņemšana. 3. daļa: Ūdens paraugu uzglabāšana un darbības ar tiem". Ūdens paraugu pH noteikts atbilstoši LVS ISO 10523:2012 "Ūdens kvalitāte pH noteikšana". Kopumā pH noteikts 82 paraugiem.

Kalcijs un magnijs tika noteikts atbilstoši LVS EN ISO 7980 "Ūdens kvalitāte - Kalcija un magnija satura noteikšana - Atomu absorbcijas spektrofotometrijas metode". Kopumā Ca⁺ un Mg⁺ analizēti 62 paraugiem.

Nitrātjoni tika noteikti atbilstoši LVS ISO 6777:1984+AC:2001 "Ūdens kvalitāte - Nitrātjonu noteikšana Molekulārās absorbcijas spektrometriskā metode". Kopumā nitrātjoni analizēti 81 paraugam.

Amonija joni noteikti atbilstoši LVS ISO 7150/1:1984 E "Ūdens kvalitāte - Amonija jonu noteikšana - Spektrofotometriskā metode". Kopumā amonija joni analizēti 81 paraugam.

Kopējais slāpekļis (TN) un kopējais ogleklis (TC) noteikts atbilstoši LVS EN ISO 10304-1:2009, LVS EN 12260:2004, savukārt fosfāti noteikti atbilstoši LVS EN ISO 6878:2005 4 d "Ortofosfātjonu noteikšana". Kopumā noteikts 81 paraugam.

Kālija (K^+) saturu nosaka, izmantojot liesmas emisijas spektrofotometrijas metodi, atbilstoši LVS ISO 9964-3:2000 standartam. Kopumā kālija joni analizēti 62 paraugiem.

Datu analīze un būtiskuma koeficients noteikts izmantojot f-test.

Pētījuma rezultāti un to analīze

Pētījuma rezultāti apkopoti tabulās mežaudzes ūdens parametriem, kuru ietekme pēc mēslošanas līdzekļu lietošanas vērtējama kā būtiska.

Rezultāti 609-29-33 parauglaukumā

Kopējā slāpekļa koncentrācija 609-29-33 objekta ūdeņos (3.tab.) būtiski pieauga 30 cm augsnes lizimetru ūdeņos, sasniedzot pat $31,06 \text{ mg L}^{-1}$, kur kontroles paraugos noteikts fona līmenis $0,4 \text{ mg L}^{-1}$. Lizimetru ūdeņos 60 cm dziļumā konstatētas ļoti būtiskas kopējā slāpekļa koncentrācijas izmaiņas ($p < 0,05$), tikmēr nokrišņu ūdeņos izteikta kumulatīvā ietekme nav konstatēta ($p > 0,05$).

3.tabula

Kopējā slāpekļa koncentrācija mg L^{-1} 609-29-33 parauglaukumā

Izmēģinājums	26.04.2017	29.05.2017	04.07.2017.	02.08.2017.	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	1,88	1,63	1,52	0,89	0,72	0,40
Fona līmenis 60 cm	1,57	2,00	1,52	1,83	1,69	1,61
Fona līmenis nokrišņi	4,53	3,47	0,66	0,43	0,38	0,25
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	-	-	-	-	-	31,06
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	1,10	1,54	1,65	1,86	4,22	6,99
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	0,66	2,99	0,30	1,46	1,56	0,18

Veicot mēslošanu 609-29-3 parauglaukumā, 30 cm lizimetru ūdenī konstatēts liels nitrātjonu koncentrācijas (4.tab.) pieaugums, salīdzinot ar fona līmeņa parauglaukumu $27,52$ pret $0,24 \text{ mg L}^{-1}$ koncentrāciju, tomēr pārāk mazā mēslošanas audzes daļas ūdens paraugu skaita dēļ nav iespējams noteikt, cik būtiskas ir izmaiņas, savukārt 60 cm lizimetru augsnes ūdeņos - mēslotajos un nemēslotajos parauglaukumos - konstatēta būtiska ($p < 0,001$) mēslošanas ietekme. Pēc mēslošanas ar amonija nitrātu 2017.gada jūnijā konstatēta būtiska ($p = 0,001 < 0,05$) kumulatīvā ietekme, tomēr tā nokrišņu ūdens sastāvu ietekmējusi īslaicīgi, savukārt 30 cm lizimetru augsnes ūdenī ietekme atspoguļojas vēlāk, pēc 4 mēnešiem.

4.tabula

Nitrātjonu koncentrācija mg L^{-1} 609-29-33 parauglaukumā, kompleksi mēslojot parauglaukumu

Izmēģinājums	26.04.2017	29.05.2017	04.07.2017.	02.08.2017.	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	0,56	0,12	0,24	-	-	-
Fona līmenis 60 cm	0,56	0,64	0,54	0,56	0,44	0,19
Fona līmenis nokrišņi	0,55	0,22	0,09	0,08	0,03	0,04
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	-	-	-	-	-	27,52
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	0,22	0,20	0,19	0,34	1,00	5,45
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	0,41	0,25	0,02	0,45	1,12	0,02

Amonija jonu koncentrācija (5.tab.) šaurlapju āreņa parauglaukumā 30 cm ūdeņos mainījās no 0,01 līdz 1,59 oktobrī ievāktajos septembra lizimetru ūdeņos, tomēr noteikt būtiskuma līmeni pārāk mazā ūdens parauga daudzuma dēļ nebija iespējams, savukārt 60 cm

lizimetru ūdeņos nav konstatēta būtiska mēslošanas ietekme ($p=0,13<0,05$). Kumulatīvā ietekme konstatēta nokrišņu ūdeņos gan mēslotajā, gan arī nemēslotajā parauglaukumā, īslaicīga ietekme konstatēta arī pirms mēslošanas ar amonija nitrātu, kas liek domāt, ka iespējama arī ārēja ietekme.

5.tabula

Amonija jonu koncentrācija mg L^{-1} 609-29-33 parauglaukumā, kompleksi mēslojot parauglaukumu

Izmēģinājums	26.04.2017	29.05.2017	04.07.2017.	02.08.2017.	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	0,05	0,08	0,08	-	0,02	0,01
Fona līmenis 60 cm	0,03	0,25	0,02	0,06	0,16	0,13
Fona līmenis nokrišņi	2,51	2,73	0,09	0,15	-	0,01
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	-	-	-	-	-	1,59
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	0,04	0,08	0,04	0,07	0,16	0,01
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	0,14	2,74	-	0,78	0,20	-

Rezultāti 609-34-24 parauglaukumā

Pelni, neizmantojot tehniku, izkaisīti šaurlapju āreņa 609-34-24 objektā, tika konstatētas būtiskas pH vērtības (6.tab.) izmaiņas pēc mēslošanas, salīdzinot mēslos un nemēslos paraugus 60 cm lizimetru ūdeņos, konstatētas būtiskas ($p=0,03<0,05$) izmaiņas, taču nokrišņos šajos laukumos netika konstatēta būtiska ($p=0,43>0,05$) ietekme.

6.tabula

Ūdeņraža jonu koncentrācijas (pH) vērtības 609-34-24 parauglaukumā, kompleksi mēslojot parauglaukumu

Paraugs	02.08.2017	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	-	-	7,1
Fona līmenis 60 cm	7,6	7,1	7,0
Fona līmenis nokrišņi	6,9	7,0	6,7
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	-	7,0	7,2
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	7,8	7,7	7,7
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	6,8	7,1	6,8

Magnija koncentrācija 60 cm lizimetru ūdeņos mēslotajās audzēs (7.tab.) pieauga no 39 līdz 101 mg L^{-1} , kā arī 30 cm mēslotajos lizimetros konstatēta liela Mg koncentrācija.

7.tabula

Magnija koncentrācija mg L^{-1} 609-34-24 parauglaukumā, kompleksi mēslojot parauglaukumu

Paraugs	02.08.2017	06.09.2017
Fona līmenis 30 cm	-	-
Fona līmenis 60 cm	39,0	19,6
Fona līmenis nokrišņi	3,7	7,5
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	-	268,2
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	58,9	101,9
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	3,8	6,7

Kopējā slāpekļa koncentrācija (8.tab.) strauji mainījās 30 cm nokrišņu ūdeņos ($p=0,03<0,05$), pēc tam samazinājās un pārvietojās uz 60 cm dziļumu, kur konstatētas būtisks slāpekļa koncentrācijas pieaugums ($p=0,001<0,05$). Nokrišņu ūdeņos slāpekļa koncentrācijas izmaiņas nav konstatētas ($p=0,8>0,05$).

8.tabula

Kopējā slāpekļa koncentrācija mg L⁻¹ 609-34-24 parauglaukumā, kompleksi mēslojot parauglaukumu

Paraugs	02.08.2017	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	-	4,38	0,73
Fona līmenis 60 cm	1,99	2,36	1,82
Fona līmenis nokrišņi	0,44	0,26	0,28
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	-	71,59	1,85
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	3,03	2,93	16,11
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	0,35	1,02	0,73

Analizējot šaurlapju āreņa (9.tab.) iegūtos rezultātus konstatēts, ka vislielākās fosfātjonu koncentrācijas izmaiņas ir 30 cm ($p=0,01<0,05$) lizimetru ūdeņos. Šajos rezultātos arī pierādās Latvijā veiktais pētījums iegūtās atziņas, kurās slāpekļa saturošie minerālmēsli galvenokārt lietojami kā papildmēslojums, jo pamatmēslojumā tiek pamatīgi izskalojas [8]. 60 cm ūdeņos izmaiņas ir nebūtiskas ($p=0,1>0,05$), mēslo to platību nokrišņu ūdeņos konstatētas būtiskas ($p=0,04<0,05$) slāpekļa koncentrācijas, kas ir izskaidrojams ar kumulatīvo ietekmi pēc mēslošanas.

9.tabula

Amonija jonu koncentrācija 609-34-24 parauglaukumā, kompleksi mēslojot parauglaukumu

Izmēģinājums	02.08.2017	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	-	0,09	0,06
Fona līmenis 60 cm	0,11	0,10	0,03
Fona līmenis nokrišņi	0,18	0,04	0,09
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	-	1,44	0,16
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	0,21	0,06	0,32
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	0,08	0,49	0,73

Veicot iegūtās mežaudzes (10.tab.) nitrātjonu koncentrācijas analizēšanu, konstatēts, ka septembra nokrišņos 30 cm lizimetra ūdeņos būtiski mainījās koncentrācija ($p=0,03<0,05$), kā arī 60 cm ($p=0,002<0,05$). Mēslojot novērotas arī būtiskas izmaiņas ($p=0,04<0,05$) nokrišņu ūdeņu sastāvā, kas liecina par kumulatīvo ietekmi nokrišņu ūdeņos.

10.tabula

Nitrātjonu koncentrācija mg L⁻¹ 609-34-24 parauglaukumā, kompleksi mēslojot parauglaukumu

Paraugs	02.08.2017	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	-	3,44	0,06
Fona līmenis 60 cm	0,26	0,83	0,44
Fona līmenis nokrišņi	0,04	0,02	-
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	-	68,85	1,20
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	0,84	1,42	13,83
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	0,07	0,19	-

Rezultāti 609-34-24 parauglaukumā

Kopējā slāpekļa koncentrācija (11.tab.) 21-32-13 parauglaukumā 30 cm lizimetru ūdeņos, salīdzinot ar fona līmeni (noteiktā elementu koncentrācija augsnes daļā, kurā mēslošana nav veikta) konstatēta būtiskas ($p=0,000015<0,05$) izmaiņas, kompleksi mēslojot augsni. Arī 60 cm augsnes lizimetru ūdeņos konstatētas būtiskas ($p=0,0001<0,05$) izmaiņas, kā arī nokrišņos konstatēts būtisks slāpekļa koncentrācijas pieaugums ($p=0,001<0,05$), kas liecina par kumulatīvo ietekmi.

11.tabula

Kopējā slāpekļa koncentrācija 21-32-13 parauglaukumā, kompleksi mēslojot parauglaukumu

Izmēģinājums	26.04.2017	29.05.2017	04.07.2017.	02.08.2017.	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	-	-	2,40	3,86	1,15	0,81
Fona līmenis 60 cm	2,48	2,02	1,91	2,27	1,59	1,10
Fona līmenis nokrišņi	2,38	2,32	0,52	0,53	0,55	2,10
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	2,97	4,78	7,57	53,08	17,08	3,24
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	1,55	2,20	1,81	9,89	25,88	8,89
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	1,60	2,10	33,82	0,47	0,51	0,22

Salīdzinot ar fona līmeni 21-32-13 parauglaukuma 30 cm lizimetru ūdenī pēc mežaudzes kompleksās mēslošanas, konstatētas būtiskas nitrātu koncentrācijas (12.tab.) izmaiņas ($p=0,0001<0,05$), kā arī 60 cm lizimetru ūdeņos konstatētas būtiskas izmaiņas ($p=0,0001<0,05$), arī nokrišņu ūdenī konstatēta būtiska kumulatīvā mēslošanas ietekme ($p=0,0001<0,05$).

12.tabula

Nitrātu koncentrācija 21-32-13 parauglaukuma ūdenī, mg l⁻¹ kompleksi mēslojot parauglaukumu

Izmēģinājums	26.04.2017	29.05.2017	04.07.2017.	02.08.2017.	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	-	-	1,29	0,31	0,49	-
Fona līmenis 60 cm	0,42	0,44	0,61	0,58	0,29	0,03
Fona līmenis nokrišņi	0,90	0,14	0,07	0,12	0,17	0,06
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	2,14	4,53	7,14	43,12	15,02	0,09
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	0,55	1,06	0,84	8,94	25,86	1,91
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	0,74	0,17	18,04	0,13	0,08	5,9

Amonija jonu koncentrācija 21-32-13 parauglaukumā (13.tab.) būtiski nemainījās ($p=0,17<0,05$), jo parauglaukumā pieauga arī fona līmenis, arī 60 cm lizimetru ūdeņos koncentrācija mēslojot būtiski nemainījās ($p=0,43$). Nokrišņu ūdeņos vērojama kumulatīvā mēslošanas ietekme ($p=0,0006<0,05$) Iegūtajos rezultātos pierādās Latvijā veiktā pētījuma atziņas kurās ir minēts slāpekļi saturošie minerālmēsli galvenokārt lietojami kā papildmēslojums, jo pamatmēslojumā tie pamatīgi izskalojas un slāpekļa koncentrācija ūdenī pēc mēslošanas strauji samazinās un arī pāriet uz zemākiem augsnes slāņiem [8].

13.tabula

Amonija jonu koncentrācija 21-32-13 parauglaukumā, mg l⁻¹ kompleksi mēslojot parauglaukumu

Izmēģinājums	26.04.2017	29.05.2017	04.07.2017.	02.08.2017.	06.09.2017	06.10.2017
Fona līmenis 30 cm	-	-	0,08	1,09	-	-
Fona līmenis 60 cm	0,05	0,06	0,02	0,18	0,03	0,01
Fona līmenis nokrišņi	1,23	2,00	0,14	0,28	0,16	-
Pelni/amonija nitrāts 30 cm	0,19	0,18	0,43	7,8	0,37	0,04
Pelni/amonija nitrāts 60 cm	0,05	0,17	0,02	0,03	0,02	0,04
Pelni/amonija nitrāts nokrišņi	0,87	1,64	15,79	0,18	0,31	-

Rezultātu būtiskuma analīze

Analizējot kompleksi mēslojot mežaudzes rezultātus, noteikta būtiskuma ietekme parauglaukumus mēslojot ar pelniem un amonija nitrātu (14.tab.). Kālija, kalcija, magnija, fosfora koncentrācijas un pH vērtība lizimetru un nokrišņu ūdenī būtiski nemainījās ($p>0,05$), kas izskaidrojams ar pārāk nelielo pelnu mēslošanas devu (3 t ha⁻¹), kā arī to, ka pelni, savienojoties ar augsni, kļūva inerti, līdz ar to pelnu barības vielu izskalošanās norit ļoti lēni. Audzē 21-32-13 60 cm lizimetru ūdeņos novērots būtisks pH un kalcija koncentrācijas pieaugums ($p<0,05$), kas izskaidrojams ar to, ka ir iespējamas būtiskas izmaiņas augsnes

cilmieža sastāvā, kā rezultātā pelni var arī nebūt ietekmes radītāji, pat nelielā attālumā augsnes īpašības var kardināli atšķirties. Dažiem ievāktajiem ūdeņiem paraugu tilpums nebija pietiekams, lai veiktu būtiskuma analīzi (nepiet. an.), bija arī parauglaukumi, kur fona līmeņa koncentrācija pārsniedza parauga koncentrāciju (fona līm>) un tādi kur ievāktā augsnes ūdeņa koncentrācija bija augsta, taču ievākto un analizēto ūdens paraugu skaits bija nepietiekams, lai noteiktu būtiskumu. Biogēno elementu daudzumu augsnē nosaka arī augsnes cilmieža sastāvs, dēdējot minerāliem atbrīvojas K, Ca, Mg [1], Latvijā atklāts ka augsnē 98 % kālija ir augsnes minerālu sastāvā un tikai 2 % augsnes šķīdumā vai apmaināmā formā, tādejādi nenorisinoties dēdēšanas procesam K koncentrācijas pieaugums ūdeņos nav iespējams [9]. Audzēs 609-34-24 un 21-32-13 kopējās slāpekļa koncentrācijas pieaugums ir īslaicīgs, kas liecina par ļoti ātru amonija nitrāta minerālmēslu izskalošanos.

14.tabula

Rezultātu būtiskuma analīze

Mežaudzes tips, kods un parauga veids	Notiektais mēslošanas izmaiņu būtiskums								
	pH	K	Ca	Mg	PO ₄	N	C	NO ₃	NH ₄
As 609-29-33 30 cm	p>0,05	nepiet. an.	nepiet. an.	nepiet. an.	nepiet. an.	nepiet. an.	nepiet. an.	nepiet. an.	nepiet. an.
As 609-29-33 60 cm	p>0,05	p>0,05	p>0,05	fona līm>x	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05
As 609-29-33 nokrišņi	p>0,05	p>0,05	p>0,05	fona līm>x	p>0,05	p<0,05	fona līm>	p>0,05	p>0,05
As 609-34-24 30 cm	nepiet. an.	nepiet. an.	nepiet. an.	nepiet. an.	fona līm>x	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05
As 609-34-24 60 cm	p<0,05	fona līm>x	x>fon anal	nepiet. an.	fona līm>x	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05
As 609-34-24 nokrišņi	p>0,05	fona līm>x	fona līm>x	x>fon anal	fona līm>x	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05
As 21-32-13 30 cm	p>0,05	fona līm>x	fona līm>x	p>0,05	fona līm>x	p<0,05	fona līm>x	p<0,05	p<0,05
As 21-32-13 60 cm	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05
As 21-32-13 nokrišņi	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05

Noslēgums

Parauglaukumu 609-34-24 un 21-32-13 zemākajos augsnes ūdens slāņos (60 cm) būtisks amonija jonu koncentrācijas pieaugums pēc kompleksās mēslošanas netika konstatēts (p>0,05), tomēr 609-29-33 tika konstatēts būtisks koncentrācijas pieaugums, kas liecina par to, ka amonija joni vairāk koncentrējas augsnes ūdens seklākajos slāņos (30cm). Pelnu izkliedes deva ir pārāk maza, ASV veikts pētījums par ielabošanu ar 11-44 t ha⁻¹, kur K un Ca koncentrācija ūdeņi pieauga [13]. Kopumā mēslošanas mērķis tika sasniegts daļēji, mēslošana ar pelniem nedeva vēlamās augsnes ūdens sastāva izmaiņas.

Secinājumi

1. Kompleksa mēslošana radīja būtisku ietekmi (p<0,05) kopējā slāpekļa koncentrācijas pieaugumā visos lizimetru dziļumos un arī rada kumulatīvo ietekmi nokrišņos (p<0,05), nitrātjonu saturs būtiski paaugstinājās (p<0,05) visos augsnes ūdeņos, amonija jonu koncentrācija būtiski (p<0,05) pieauga 30 cm lizimetru ūdeņos.
2. Pētījuma periods ir jāpalielina, tādejādi būtu iespējams novērtēt mēslojuma pielietošanas ilgtermiņa ietekmi.
3. Kopējā oglekļa daudzums mežaudzēs kompleksi mēslojot nemainījās (p>0,05), tādejādi pelnu mēslošana neienes papildus oglekļa mēslošanu, kā arī mēslošanas iespējamā izraisītā augsnes bioloģiskā aktivitāte neradīja būtiskas augsnes oglekļa koncentrācijas izmaiņas.
4. K, Ca, Mg koncentrācija ūdeņos būtiski nemainījās (p>0,05), kas liecina par to, ka pelnu mēslošanas deva ir pārāk maza un ir nepieciešams to turpmākajos pētījumos palielināt.
5. Kopumā šaurlapju ārenī pH vērtība būtiski nemainījās pēc kompleksās mēslošanas veikšanas (p>0,05).
6. Ieteicams ievērojami palielināt pelnu mēslošanas apjomus uz platības vienību.

Summary

To provide tree growing, nutrients from forest soil are taken, but the next generation of trees can have insufficient nutrients to provide their normal growth and development, so it is

necessary to return these substances back to the forest soil, that can be provided by dispersing wood ash in the forest. Complex fertilization has a significant effect ($p < 0.05$) on total nitrogen concentration increase ($p < 0.05$) at all lysimeter depths, it also produces cumulative effect on precipitation water. In most stands the total carbon concentration in the waters remained unchanged, the nitrate content significantly increased ($p < 0.05$) in most of stands, the amount of all nitrogen compounds in water increased significantly, especially after fertilization with ammonium nitrate. Fertilization dose with wood ash is too small (3 t ha^{-1}), as a result of which the concentrations of Ca, K, Mg in the soil water did not increase, but increasing the doses of ash fertilization could pose risks of environmental degradation.

Pateicības

LVMI SILAVA Meža vides laboratorijai par iespēju veikt analīzes un iespēju izmantot jau esošos rezultātus. Pētījums tika veikts AS “Latvijas valsts meži” un LVMI Silava 2011. gada 11. oktobra memoranda “Par sadarbību zinātniskajā izpētē” ietvaros.

Literatūra

1. Barber, S.A. *Soil Nutrient Bioavailability: A Mechanistic Approach*. 2nd Ed. John Wiley, New York. 1995. 414 pgs.
2. Beier, C., Eckersten, H., Eckersten, P. Nitrogen Cycling in a Norway Spruce Plantation in Denmark — A SOILN Model Application Including Organic N Uptake. In *Optimizing Nitrogen Management in Food and Energy Production and Environmental Protection: Proceedings of the 2nd International Nitrogen Conference on Science and Policy. The Scientific World*. 1(S2), 2001. 394-406 pp
3. Bušs, M. Kāposts, V. Saceniņš R. *Meža mēslošana Rīga 1974*. 53. lpp
4. Chowdhury S. Maniar A. Suganya O.M Strength development in concrete with wood ash blended cement and use of soft computing models to predict strength parameters. *J Adv Res*. 2015 Nov; 6(6) 907–913 pp
5. Kaunisto, Paavilainen, Nutrient stores in old drainage areas and growth of stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 145 1988. 1-39 pp
6. Liepa, I., u.c. *Latvijas meža tipoloģija*. Jelgava: studentu biedrība "Šalkone", 2014. 119. lpp
7. Lundin, L., Nilsson, T. Initial effects of forest N, Ca, Mg and B large-scale fertilization on surfacewater chemistry and leaching from a catchment in central Sweden. *Forest Ecology and Management*. Volume: 331, 2014 218-226 pp
8. Mangalis, I. *Agroķīmiskās kartogrammas un meža kokaudzētavu mēslošana*, Rīga LatZTIZPI, 1980. 35 lpp
9. Nikodemus O., Kārklīšs A., Klāviņš M., Melacis V. Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība. No: *Augsnes fizikālās īpašības*. O. Nikodemus red. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2008. 81. – 90. lpp
10. Rosenfeld, P.E., Henry, C.L. Activated carbon and wood ash sorption of wastewater, compost and biosolids odorants. *Water Environment Research* 73, 2001. 388-393 pp
11. Serup, H., *Wood for Energy Production – Technology – Environment – Economy*. Sect. 6: *Theory of Wood Firing*, The Centre for biomass technology, Copenhagen: Danish Energy Agency, 1999. 30-32 pp
12. Werkelin, J, Skrifvars, B-J, Hupa, M. Ash-forming elements in four Scandinavian wood species. Part 1: summer harvest, *Biomass Bioenerg.*, 2005, vol. 29. 451-466 pp
13. Williams, T, Hollis, C, Smith, B. Forest soil and water chemistry following bark boiler bottom ash application, *J. Environ. Qual.*, 1996, vol. 25, 955-961 pp
14. Zālītis, P., Jansons, J. *"Latvijas meža tipoloģija un tās sākotne"* Daugavpils Universitātes akadēmiskais apgāds "Saule", 2013. 168 lpp