

**Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas
2016. – 2021. gadam
5. zinātniskās izpētes misijas
“Ienestā minerālā slāpekļa aprite (N izotopi skujās un mētrās)”
gala ziņojums
autori: Māris Bērtiņš, Renāte Tukiša, LU Ķīmijas fakultāte**



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



2020

Ievads

Jebkura meža ekosistēmu var iedalīt trīs pamatsastāvdaļās – augi, augšanas apstākļi un dzīvnie organismi. Lielāko daļu no augu sausnes masas sastāva sastāda ogleklis, ūdeņradis, skābeklis un slāpeklis. Slāpeklis ir viens no svarīgākajiem un daudzuma ziņā visizplatītākais no barības elementiem augā. Barības elementu daudzums augā samazinās secībā – N, K, Ca, P, Mg ar salīdzinoši nelielām izmaiņām starp dažādām augu sugām. Slāpeklis ir visu augu un dzīvnieku olbaltumvielu sastāvdaļa. Slāpekli augi parasti uzņem nitrātu formā un retāk kā amonija un brīvā slāpekļa formā [1]. Vieglo stabilo elementu izotopu attiecību masspektrometrijas (IRMS) metode ļauj noteikt slāpekļa izotopu attiecības vērtību dažādos augos un to daļās un pēc tās vērtības ir iespējams izdarīt secinājumus par slāpekļa izcelsmes avotu – vai augs to ir uzņēmis no augsnes, augsnes ielabošanas līdzekļa vai gaisa. Augsnes minerālajā daļā slāpekļa saturs ir niecīgs, tādēļ augšanas apstākļu uzlabošanai bieži tiek augsnes ielabošanas līdzekļa izkliede. IRMS būtībā ir metode ar kuras palīdzību vismaz teorētiski ir iespējams noteikt piemērotā augsnes ielabošanas līdzekļa ietekmi uz augu, un līdz ar to novērtēt augsnes ielabošanas efektivitāti.

Pētījuma mērķis – novērtēt ienestā minerālā augsnes ielabošanas līdzekļa ietekmi uz slāpekļa apriti priežu skujās un mētrās (brūklenes un mellenes) izvēlētajos meža parauglaukumos.

1. Paraugu ievākšana

Katrā izvēlētajā paraugu ņemšanas parauglaukumā ievākti priežu skuju paraugi no trīs parauglaukumā esošajiem kokiem (priede) kā arī brūkleņu un melleņu paraugus.

1.1.tabula

Paraugu ievākšanas vietu koordinātas

KV apg.	KV	Nog	PL	Izmēģinājums	Koordinātas		Vieta
					Lat(DD,N)	Long(DD,W)	
608	44	7	1	P/N	56,79570	23,49216	Tīreļi
608	44	7	2	K	56,79552	23,49302	Tīreļi
608	29	4	2	P/N	56,80286	23,48827	Tīreļi
608	29	4	1	P/N	56,80343	23,48801	Tīreļi
608	29	4	4	K	56,80119	23,48905	Tīreļi

KV apg.	KV	Nog	PL	Izmēģinājums	Koordinātas		Vieta
					Lat(DD,N)	Long(DD,W)	
608	19	21	1	P/N	56,80360	23,48247	Tīreļi
608	19	21	2	P/N	56,80439	23,48218	Tīreļi
608	19	21	3	K	56,80447	23,48280	Tīreļi
31	87	13	1	N	57,31577	25,93941	Smiltene
31	87	13	2	K	57,31767	25,93572	Smiltene
31	87	13	3	N	57,31720	25,93306	Smiltene
11	210	5	1	N	56,68183	25,98970	Jaunkalsnava
11	210	5	2	K	56,68139	25,99053	Jaunkalsnava
11	210	5	3	N	56,68088	25,99092	Jaunkalsnava
508	230	36	5	N	56,66690	24,51719	Vecumnieki
508	230	36	1	K	56,66545	24,51343	Vecumnieki
508	230	36	2	N	56,66534	24,51432	Vecumnieki

Apzīmējumi:

KV apg – Latvijas Valsts mežu kvartālu apgabali;

KV – Latvijas Valsts mežu kvartāli;

Nog – Latvijas Valsts mežu nogabals;

PL – ierīkotā parauglaukuma Nr.

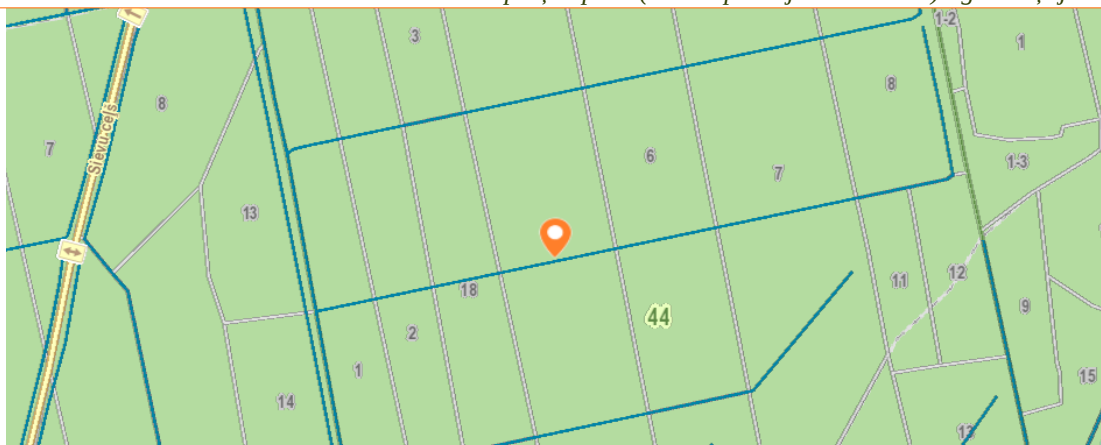
Izmēģinājums:

P – koksnes pelni;

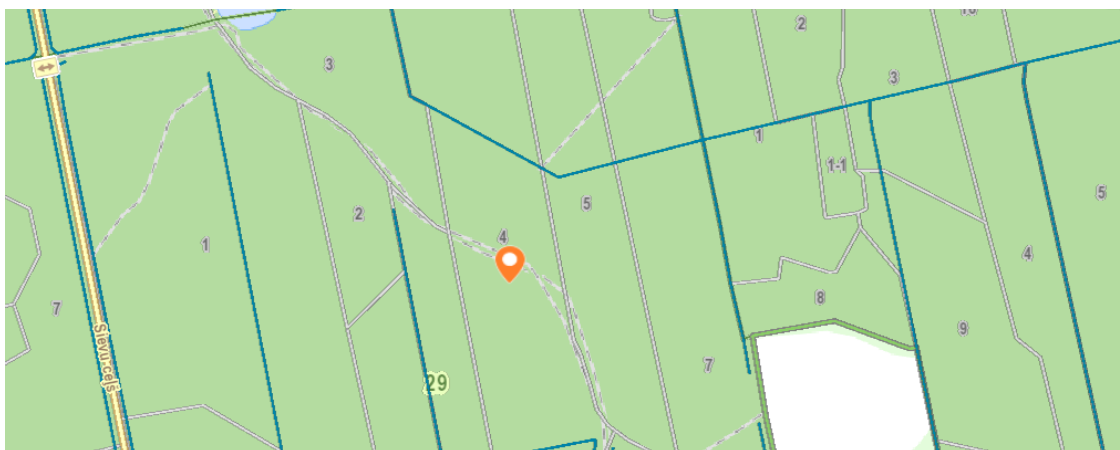
N – amonija nitrāts;

P/N – parauglaukums ielabots gan ar koksnes pelniem, gan amonija nitrātu;

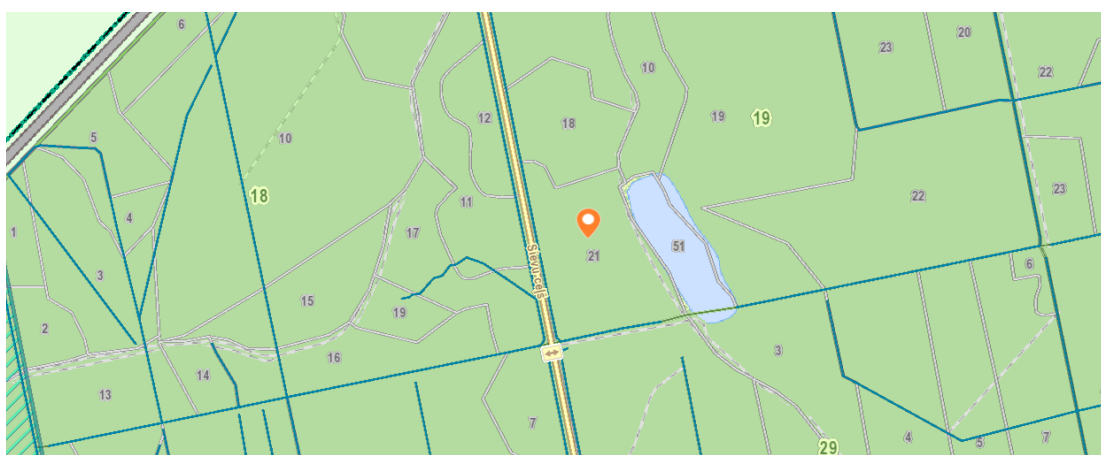
K – kontroles parauglaukums (netika izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi).



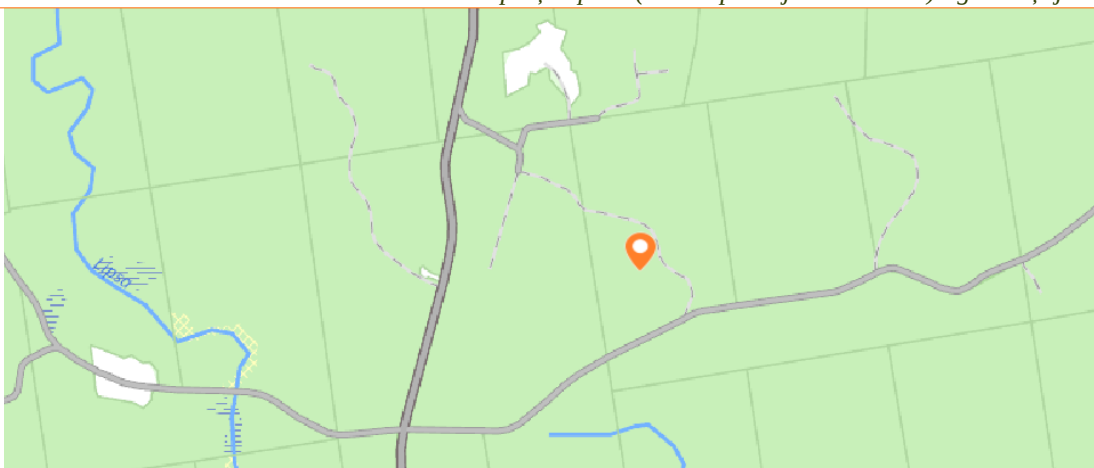
1.1.att. 608-44-7 Latvijas Valsts mežu nogabals, centrālais punkts



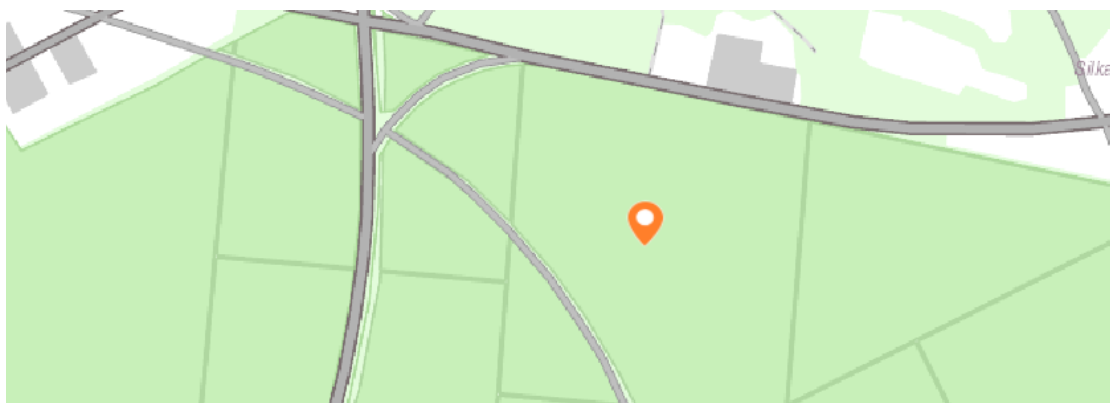
1.2.att. 608-29-4 Latvijas Valsts mežu nogabals, centrālais punkts



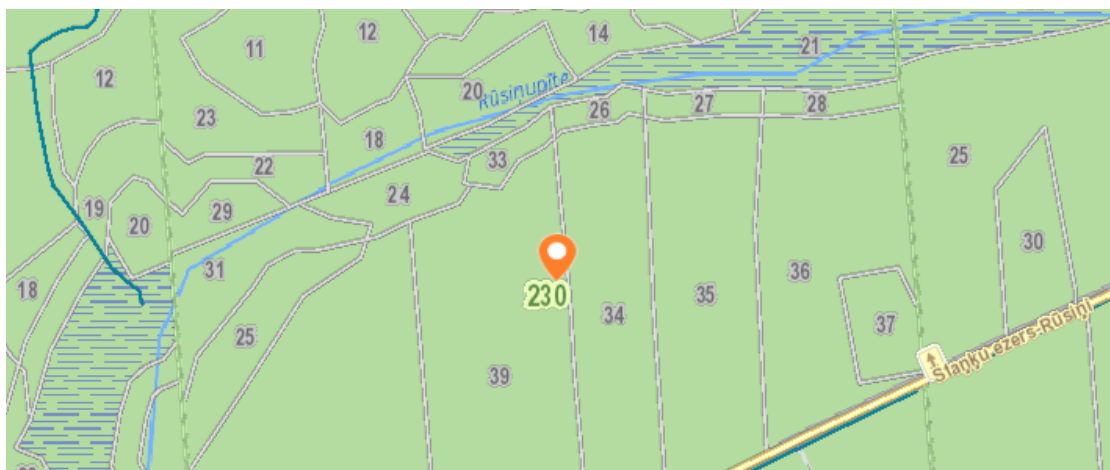
1.3.att. 608-19-21 Latvijas Valsts mežu nogabals, centrālais punkts



1.4.att. 31-87-13 Meža pētīšanas stacijas mežaudze, centrālais punkts



1.5.att. 11-210-5 Meža pētīšanas stacijas mežaudze, centrālais punkts



1.6.att. 508-230-36 Latvijas Valsts mežu nogabals, centrālais punkts

2. Materiāli un metodes

Paraugu priekšapstrāde. Ievāktie brūklenāju un mellenāju paraugi tika attīrīti no tajos iekļuvušajām nobirām (pamatā priežu skujas) mazgāti dejonizētā ūdenī, lai novērstu augsnes iespējamo ietekmi uz testēšanas rezultātiem. Analizēšanai tika ņemta mētru virszemes daļa. Mētru paraugi tika ievākti janvāra mēnesī, kad mellenāji ir nometuši lapas. Brūklenāju paraugiem tika atdalītas lapas no stumbra un turpmāk lapu un stumbru paraugi tika sagatavoti atsevišķi. Paraugi tika žāvēti 105°C temperatūrā un izžāvētie paraugi tika homogenizēti izmantojot ložu dzirnavas (Retsch). Homogenizētā parauga daļa tika iesvērta (3,5-4 mg) speciālās alvas kapsuliņās un iepresēta tādā veidā, lai kapsulā nepaliktu atmosfēras gaiss.

Testēšanas metode. Slāpekļa izotopu attiecība ($\delta^{15}\text{N}$) tika noteikta, izmantojot vieglo stabilo elementu izotopu attiecību masspektrometriju (IRMS). Izmantotā sistēma sastāv no Eurovector EA3000 elementanalizatora ar Nu Horizon masspektrometra kā detektora. Noteikšanas princips – sagatavotā alvas kapsuliņa ar iepresēto paraugu tiek ievadīta IRMS oksidēšanas kolonnā, kur paaugstinātā temperatūrā (1030°C) un skābekļa klātbūtnē paraugs tiek sadedzināts, kā rezultātā paraugā esošais slāpekklis tiek nooksidēts līdz NO_x . Tālāk NO_x nonāk reducēšanas kolonnā (Cu), kur tas tiek reducēts līdz brīvam N_2 . Gāzu hromatogrāfā tas tiek atdalīts no citām gāzēm un ūdens, un rezultātā nonāk masspektrometrā, kur vienlaicīgi tiek noteikts ^{15}N un ^{14}N izotopu saturs un savstarpējā attiecība paraugā. Kā standartviela tiek izmantota glutamīnskābe ar zināmu slāpekļa saturu un sertificētu izotopu attiecības vērtību paraugā.

2.1.tabula

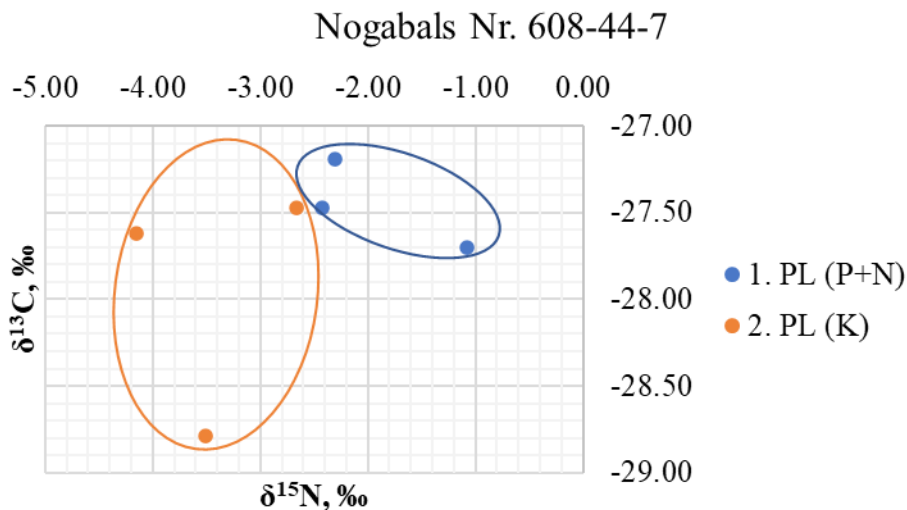
Izmantotie references materiāli [2,3]

References materiāls	Viela	d15N, ‰air N ₂	SD, ‰air N ₂	d13C, ‰VPDB	SD, ‰VPDB
USGS40	L-glutamīnskābe	-4,5	0,1	-26,389	0,042
USGS41	L-glutamīnskābe	47,6	0,2	37,626	0,049

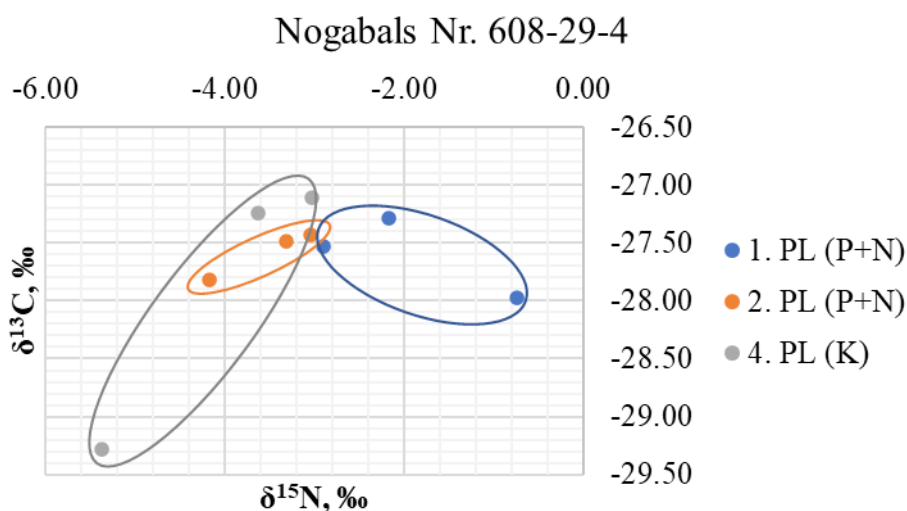
3. Testēšanas rezultāti

Priežu skujas. No iegūtajiem rezultātiem ir redzams, ka slāpekļa izotopu attiecība kontroles parauglaukumos variē no -8,8 ‰ līdz -2,7 ‰, bet parauglaukumos, kur tika izklīdēti koksnes pelni un amonija nitrāts, variē no -4,2 ‰ līdz -0,7 ‰ un apgabalos, kur tika veikta augsnes ielabošana ar amonija nitrātu variē no -9,1 ‰ līdz -2,6 ‰. Oglekļa gadījumā izotopu attiecība kontroles apgabalos variē no -29,3 ‰ līdz -26,9 ‰, apgabalos, kuri tika mēsloti ar koksnes pelniem un amonija nitrātu, variē no -28,4 ‰ līdz -25,2 ‰ un apgabalos, kas tika mēsloti ar amonija nitrātu variē no -28,6 ‰ līdz -26,0 ‰.

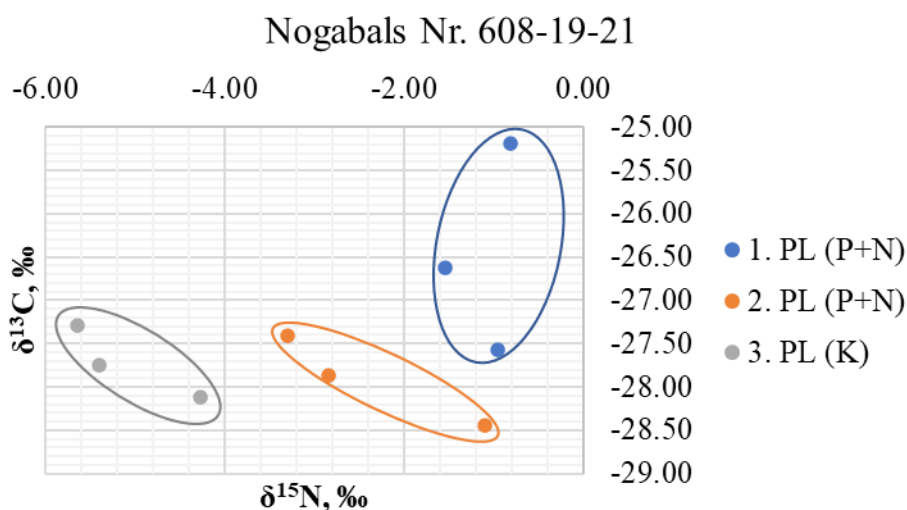
Lai labāk izvērtētu iegūtos rezultātus, tika konstruēti $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ izotopu attiecības grafiki, katram paraugu ņemšanas apgabalam. Paraugu apgabaliem, kuros veikta augsnes ielabošana ar koksnes pelniem un amonija nitrātu, grafiski attēlojumi ir parādīti 3.1., 3.2. un 3.3. attēlā, bet apgabaliem, kur pielietots tikai amonija nitrāts – 3.4., 3.5. un 3.6. attēlā. Kā arī atsevišķi tika konstruēts kopīgs grafiks parauglaukumiem, kuros tika veikta augsnes ielabošana, lai salīdzinātu dažādu ielabošanas līdzekļu ietekmi uz $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ vērtībām. Kopīgs abu pielietoto ielabošanas līdzekļu grafiks ir attēlots 3.7. attēlā.



3.1.att. Priežu skuju paraugu $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ vērtības, kas ņemtas Tīreļu purvā
608-44-7 nogabalā



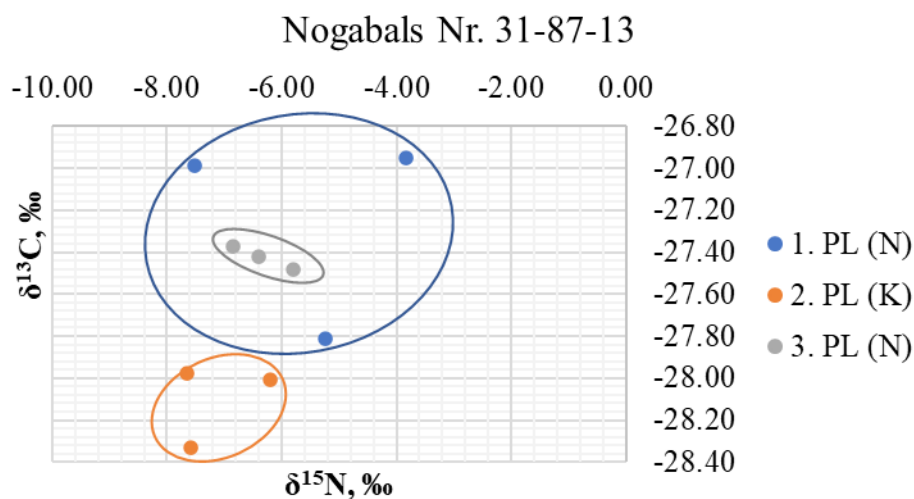
3.2.att. Priežu skuju paraugu $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ vērtības, kas ņemtas Tīreļu purvā
608-29-4 nogabalā



3.3.att. Priežu skuju paraugu $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ vērtības, kas ņemtas Tīreļu purvā
608-19-21 nogabalā

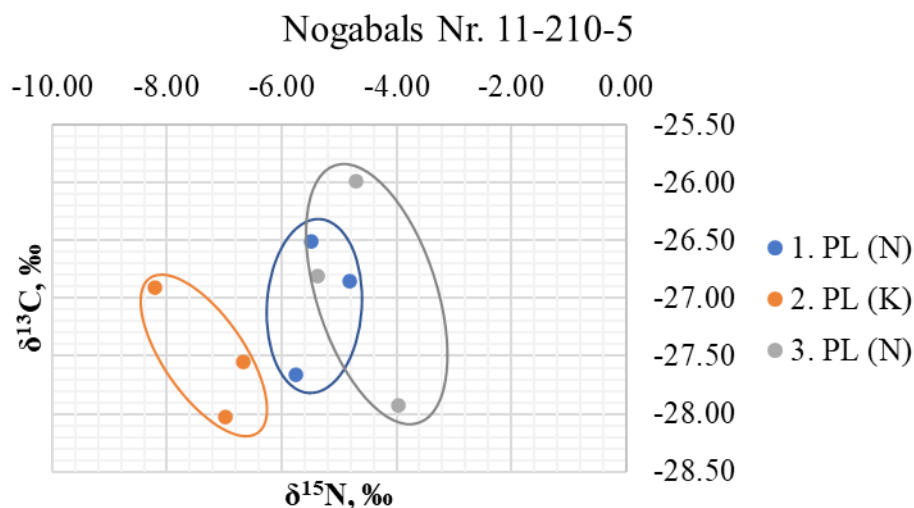
Pēc 1., 2. un 3. attēla ir redzams, ka apgabalos, kuros tika veikta augsnes ielabošana ar koksnes pelniem un amonija nitrātu, pieauga $\delta^{15}\text{N}$ vērtības salīdzinājumā ar kontroles parauglaukumiem. Savukārt nav vērojama $\delta^{13}\text{C}$ vērtību izmaiņas atkarībā no izmantotā ielabošanas līdzekļa, tomēr ir vērojamas šo vērtību atšķirības atkarībā no individuāla koka, šī atšķirība norāda uz dažādiem koku augšanas apstākļiem. Tā kā $\delta^{13}\text{C}$ izmaiņas pamatā saistītas

“Ienestā minerālā slāpekļa aprīte (N izotopi skujās un mētrās)” gala ziņojums ar auga fotosintēzes ciklu, tad izmaiņas šajā parametrā varētu skaidrot ar katra individuāla koka vainaga izvietojumu, kas nosaka attiecīgo jauno dzinumu aizēnojumu, vai saules gaismas pieejamību [4].

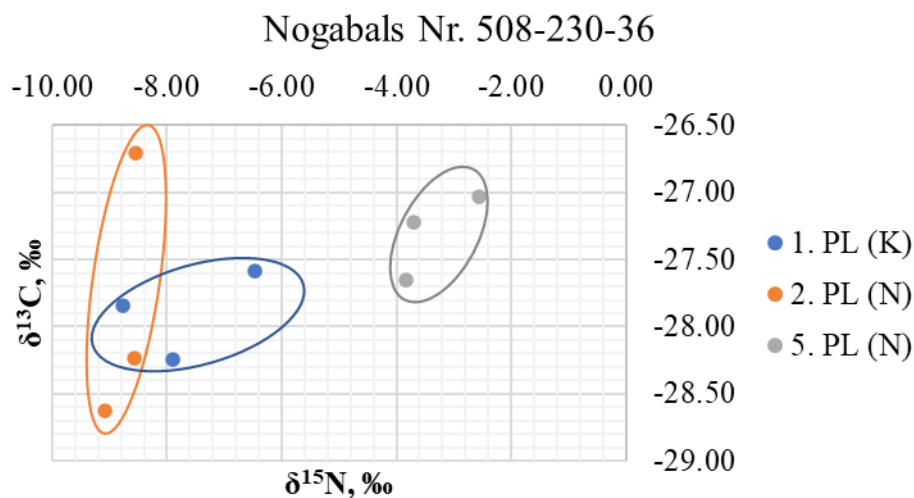


3.4.att. Priežu skuju paraugu $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ vērtības, kas ņemtas Smiltenes novadā

31-87-13 nogabalā

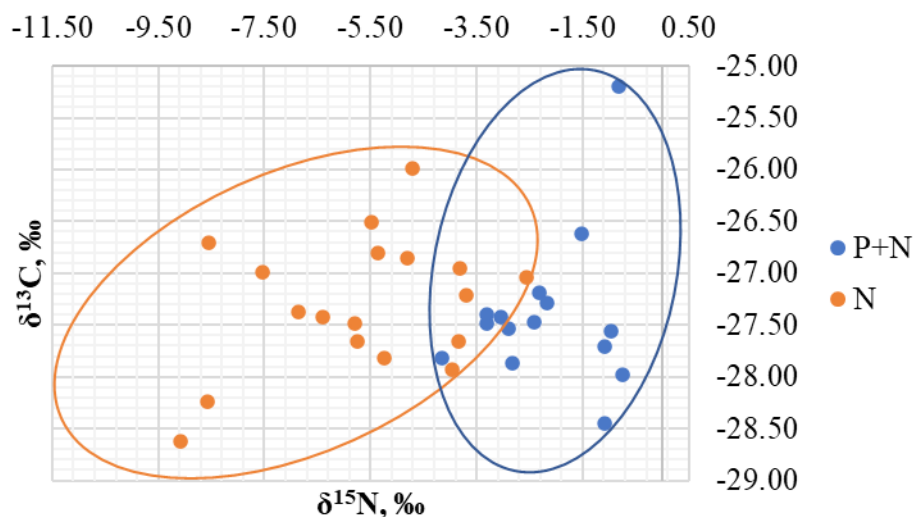


3.5.att. Priežu skuju paraugu $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ vērtības, kas ņemtas Jaunkalsnavas novadā 11-210-5 nogabalā



3.6.att. Priežu skuju paraugu $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ vērtības, kas ņemtas Vecumnieku novadā 508-230-36 nogabalā

Gadījumos, kas ir attēloti 4., 5. un 6. attēlā, parauglaukumi tika ielaboti tikai ar amonija nitrātu. Šajos gadījumos arī ir novērojama tāda pati tendence, kā iepriekšējiem apgabaliem. Parauglaukumos, kur tika veikta augsnes ielabošana $\delta^{15}\text{N}$ vērtības palielinās salīdzinājumā ar kontroles paraugu laukumu.



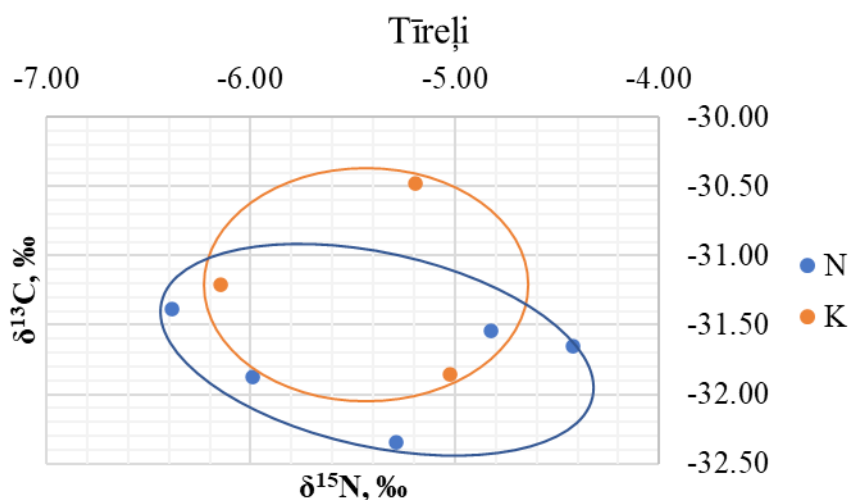
3.7.att. Priežu skuju paraugu $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ vērtību apkopojums salīdzinot dažādus mēslojuma veidus

Salīdzinot savā starpā visus apgabalus un to paraugu laukumus pēc datiem, kas attēloti 3.6. attēlā, ir redzams, ka parauglaukumos, kas ielaboti ar koksnes pelniem un amonija nitrātu, ir lielākas izmaiņas, salīdzinot ar parauglaukumiem, kur tika pielietots tikai ar amonija nitrātu. No iegūtā grafika var secināt, ka slāpekļa izotopu attiecības palielināšanu sekmē gan koksnes pelni, gan amonija nitrāts.

Veicot pārrēķinu uz slāpekļa un oglekļa masas daļām, ieguva sekojošus rezultātus. Slāpekļa masas daļa kontroles parauglaukumos variē no 1,2 % līdz 1,8 %, parauglaukumos, kas tika ielaboti ar koksnes pelniem un amonija nitrātu, variē no 1,4 līdz 2,3 % un parauglaukumos, kas ielaboti tikai ar amonija nitrātu variē no 1,4 % līdz 2,0 %. Oglekļa gadījuma masas daļa kontroles parauglaukumos variē no 50 % līdz 53 %, parauglaukumos, kas tika ielaboti gan ar koksnes pelniem gan amonija nitrātu, variē no 50 % līdz 54 % un laukumos, kas ielaboti tikai ar amonija nitrātu, variē no 50 % līdz 52 %.

Pēc iegūtām masas daļām ir redzams, ka slāpekļa gadījumā mēslojums palielina slāpekļa saturu priežu skuju paraugos. Oglekļa gadījumā līdzīga tendence netiek novērota, kas skaidrojams ar to, ka pielietotajos ielabošanas līdzekļos ir salīdzinoši mazs oglekļa saturs.

Mētrāji. Salīdzinot ar priežu skuju paraugu analīžu rezultātiem, nav konstatēta izteikti liela slāpekļa izotopu attiecības atšķirība mētrāju paraugos no dažādiem parauglaukumiem, kas norāda uz salīdzinoši nelielu ienestā minerālā slāpekļa ietekmi uz mētrājiem.



3.8.att. $\delta^{13}\text{C}$ un $\delta^{15}\text{N}$ vērtību salīdzinājums brūklenāju lapu paraugos

Kopumā noteiktās $\delta^{15}\text{N}$ vērtības brūkleņu lapu paraugos no platībām, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi variē diapazonā no -4,4 līdz -8,2 ‰ un $\delta^{13}\text{C}$ vērtības no -29,5 līdz -32,0 ‰ un brūkleņu lapu paraugos no kontroles parauglaukumiem diapazonā no -5,0 līdz -7,1 ‰ un $\delta^{13}\text{C}$ vērtības no -30,0 līdz -31,9‰. Brūkleņu stublāju paraugos no platībām, kur izkliedēti augsnes ielabošanas, līdzekļi variē diapazonā no -5,8 līdz -9,1 ‰ un $\delta^{13}\text{C}$ vērtības no -29,2 līdz -31,3‰ un brūkleņu stublāju paraugos no kontroles parauglaukumiem diapazonā no -5,3 līdz -7,9 ‰ un $\delta^{13}\text{C}$ vērtības no -29,2 līdz -30,9‰. Mellenāju paraugos no parauglaukumiem, kur veikta augsnes ielabošana, variē diapazonā no -1,7 līdz -9,5 ‰ un $\delta^{13}\text{C}$ vērtības no -28,9 līdz -32‰ un mellenāju paraugos no kontroles parauglaukumiem diapazonā no -3,4 līdz -8,8 ‰ un $\delta^{13}\text{C}$ vērtības no -30,2 līdz -31,2‰.

Salīdzinot brūklenāju lapu paraugus ar brūklenāju stumbru paraugiem, var novērot, ka slāpekļa masas daļa brūklenāju lapās ir ap 1% un stumbros - ap 0,7 - 0,8%, kā arī ir novērojama ar $\delta^{15}\text{N}$ atšķirība vidēji par 1‰, tas ir brūkleņu lapās koncentrējas vairāk smagā slāpekļa izotopa, salīdzinot ar stublājiem.

4. Diskusija

Dažādi mikroorganismi asimilācijas laikā un metabolismā procesā frakcionē slāpekļa izotopus. Slāpekļa cikla bioķīmiskās reakcijas, tādas kā nitrifikācija un amonizācija, var notikt ar lielu $\delta^{15}\text{N}$ variāciju no -10 līdz -40 ‰ salīdzinājuma ar gaisu. Piemēram, amonija asimilācijas procesā ar ūdenszālēm δ mainās no -27 līdz 0 ‰. Sintētiskā minerālmēslojumā pielietošana ar izotopu attiecību tuvu 0 ‰ izmaina slāpekļa izotopu attiecību lauksaimniecības kultūrās. $\delta^{15}\text{N}$ un $\delta^{13}\text{C}$ daudzums augos ir atkarīgs no auga sugas, augsnes tipa un minerālmēslojuma paveida. 3.1. tabulā ir parādīti daži $\delta^{15}\text{N}$ lielumu piemēri [5].

3.1. tabula

$\delta^{15}\text{N}$ lielumi dažādiem paraugiem [5]

Paraugs	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
Atmosfēras slāpeklis	0
Augi ar C_3 metabolismu	No -8,0 līdz +4,0
Okeāna planktons	No -3,0 līdz +18,0
NH_4	No +4,0 līdz +20,0
Neorganisks mēslojums	No -4,0 līdz +4,0
Organisks mēslojums	No +6,0 līdz +30,0
Govs piens	No +1,0 līdz +3,0

Izvērtējot iegūtos rezultātus, redzams, ka lielākajā daļā gadījumu priežu skuju paraugos no parauglaukumiem, kur tika izklīdēti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir paaugstinās $\delta^{15}\text{N}$ vērtības, kas arī sakrīt ar literatūras datiem (skat.3.1.) tabulu. Var redzēt, ka koksnes pelniem (organiskas izcelsmes materiāls) salīdzinājumā ar amonija nitrātu (neorganiskas izcelsmes materiāls) literatūrā minētais $\delta^{15}\text{N}$ vērtību diapazons ir pozitīvāks (vairāk ^{15}N salīdzinājumā ar gaisu). Šo tendenci var redzēt arī salīdzinot priežu skuju testēšanas rezultātus, 3.7. attēlā uzskatāmi redzams, ka ja pētāmajā parauglaukumā ir tikuši izklīdēti koksnes pelni, tad iegūtās $\delta^{15}\text{N}$ vērtības paraugos ir augstākas.

Salīdzinot $\delta^{15}\text{N}$ vērtības priežu skuju un mētru paraugos no dažādiem parauglaukumiem, var redzēt, ka priežu skuju paraugos atšķirības starp kontroles parauglaukumu un parauglaukumu, kur veikta ielabošanas līdzekļu izklīde dažkārt sasniedz pat 6‰ kamēr mētrāju paraugos tā svārstās ap 1‰. To varētu izskaidrot ar to, ka tika ievākti jaunie priežu skuju dzinumus paraugi, kas sākuši augt jau pēc augsnes ielabošanas līdzekļu

Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas 2016. – 2021. gadam 5. zinātniskās izpētes misijas “Ienestā minerālā slāpekļa aprīte (N izotopi skujās un mētrās)” gala ziņojums

pielietošanas, kā arī krasā $\delta^{15}\text{N}$ vērtības izmaiņas norāda uz diezgan efektīvo augsnē esošā slāpekļa tiešo transportēšanu uz jaunajiem priedes dzinumiem. Mētrāju gadījumā netika ievākti jaunie dzinumi, kas skaidro to kādēļ ir tik mazas atšķirības iegūtajos rezultātos – acīmredzot augs ilgāku savas dzīves laiku ir audzis augsnē, kur netika pielietoti ielabošanas līdzekļi un tikai pēc 2017.gada februāra, tas sācis uzņemt slāpekli ar jauno izotopisko sastāvu, bet tā kā tā pamatstruktūra (stublājs) jau ir izveidojusies iepriekš, tad arī izmaiņas ir neievērojamas. Iegūtie rezultāti parāda, ka brūklenāju lapās ir vairāk slāpekļa nekā stublājā, kas norāda uz aktīvāku slāpekļa transportēšanu uz lapām un to var novērot arī iegūtajās $\delta^{15}\text{N}$ vērtībās – brūklenāju lapās $\delta^{15}\text{N}$ vērtība ir par 1‰ augstāka kā stublājā.

Tā kā paraugu ņemšana notika janvāra mēnesī, tad tika ievākti tikai melleņu stublāju paraugi un kā pārādīja testēšanas rezultāti, tad praktiski nav novērojama nekāda atšķirība starp paraugiem no dažādiem parauglaukumiem. Šeit varētu izvirzīt hipotēzi, ja melleņu veģetācijas periodā tiktu ievākti arī lapu paraugi, tad tiktu novērotas lielākas $\delta^{15}\text{N}$ vērtību izmaiņas (līdzīgi skujām) sakarā ar ļoti intensīvu barības vielu transportēšanu uz jaunajiem auga dzinumiem (lapām).

Secinājumi

Salīdzinot priežu skuju testēšanas rezultātus no dažādiem parauglaukumiem vislielākās $\delta^{15}\text{N}$ vērtības priežu skuju paraugos novērojamas tajos parauglaukumos, kur izkliedēti gan koksnes pelni gan amonija nitrāts.

Nav novērojama $\delta^{13}\text{C}$ vērtību izmaiņa atkarībā no izmantotā mēslojuma, bet tomēr ir vērojamas atšķirības starp individuāliem kokiem, kas būtu skaidrojams ar gaismas pieejamību konkrētajā augšanas vietā.

Lielākās $\delta^{15}\text{N}$ vērtību izmaiņas starp paraugiem no kontroles parauglaukuma un parauglaukumiem, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi novērojama priežu skuju gadījumā, kamēr mētrāju paraugos šī atšķirība ir niecīga, kas norāda uz aktīvāku slāpekļa transportēšanu uz jaunākajām auga daļām (priežu skujas).

Brūkleņu lapu paraugos $\delta^{15}\text{N}$ vērtības ir par 1‰ lielākas un slāpekļa masas daļa par 0,2% lielāka kā brūklenāju stublājos, kas norāda uz aktīvāku slāpekļa pārnesei tieši uz auga lapām.

Pateicības

Pateicība Latvijas Valsts mežzinātnes institūtam „Silava” par iespēju piedalīties īstermiņa zinātniskajā misijā. Autori izsaka pateicību Ilzei Kārklīnai par pētījuma un paraugu ņemšanas procesa koordināciju, Dagnijai Lazdiņai par sadarbību zinātniskās misijas laikā un Elvijam Medvedkinam par sniegto palīdzību un atbalstu paraugu ievākšanā.

Izmantoto informācijas avotu saraksts

1. Y. Xu, H. Xiao, “Free amino acid concentration and nitrogen isotope signatures in *Pinus massoniana* (Lamb.) needles of different ages for indicating atmospheric nitrogen deposition”, *Environmental Pollution*, **2016**, 1 – 11.
2. Qi, H., Coplen, T.B., Geilmann, H., Brand, W.A., Bohlke, J.K., Two new organic reference materials for $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ measurements and a new value for the $\delta^{13}\text{C}$ of NBS 22 oil, *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **17** (2004) 2483-2487.
3. Coplen, T.B., Brand, W.A., Gehre, M., Groning M., Meijer, H.A.J., Toman, B., Verkouteren, R.M., New Guidelines for ^{13}C Measurements, *Anal. Chem.* **78** 7 (2006) 2439-2441.
4. G. A. Bauer, H. Persson, T. Persson, M. Mund, M. Hein, E. Kummetz, G. Matteucci, H. Van Oene, G. Scarascia-Mugnozza, E. D. Schulze, “Linking plant nutrition and ecosystem processes”, *Carbon Nitrogen Cycl. Eur. For. Ecosyst.*, **2000**, 142, 63 – 98.
5. A. Т. Лебедев, “Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды” Пер. с англ. *Техносфера*, Москва, **2013**, 587 – 603.

Paraugu testēšanas rezultāti

Paraugs	Paraugu ņemšanas datums	Nogabals	Paraug-lau- kums		m, ug	wN,%	$\delta^{15}\text{N}$	wC,%	$\delta^{13}\text{C}$	C/N
Brūklenāji, lapas	09.01.2020.	31-87-13	1.PL-M	BL	3210	1,06	-7,66	45,95	-30,13	43,36
Brūklenāji, lapas	09.01.2020.	31-87-13	1.PL-M	BL	3230	1,09	-7,80	46,30	-30,18	42,57
Brūklenāji, stublājs	09.01.2020.	31-87-13	1.PL-M	BS	3000	0,85	-8,50	43,83	-28,46	51,60
Brūklenāji, stublājs	09.01.2020.	31-87-13	1.PL-M	BS	3220	0,80	-8,54	43,75	-28,47	54,48
Mellenāji	09.01.2020.	31-87-13	1.PL-M	M	3230	1,09	-8,90	44,13	-31,00	40,51
Mellenāji	09.01.2020.	31-87-14	1.PL-M	M	3270	1,09	-8,99	44,80	-31,02	40,97
Brūklenāji, lapas	09.01.2020.	31-87-15	2.PL-K	BL	3460	0,96	-7,14	45,60	-29,90	47,66
Brūklenāji, lapas	09.01.2020.	31-87-16	2.PL-K	BL	3360	0,98	-7,21	46,23	-29,96	47,30
Brūklenāji, stublājs	09.01.2020.	31-87-17	2.PL-K	BS	3460	0,82	-7,93	44,58	-29,22	54,57
Brūklenāji, stublājs	09.01.2020.	31-87-18	2.PL-K	BS	3000	0,85	-7,88	44,38	-29,24	52,11
Mellenāji	09.01.2020.	31-87-19	2.PL-K	M	3450	0,93	-8,42	43,94	-30,83	47,28
Mellenāji	09.01.2020.	31-87-20	2.PL-K	M	3070	1,06	-8,66	44,53	-30,81	42,11
Brūklenāji, lapas	09.01.2020.	31-87-20	3.PL-M	BL	3110	1,18	-6,34	46,39	-30,01	39,19
Brūklenāji, lapas	09.01.2020.	31-87-21	3.PL-M	BL	3140	1,17	-6,50	46,22	-30,02	39,60
Brūklenāji, stublājs	09.01.2020.	31-87-22	3.PL-M	BS	3370	0,87	-7,59	44,12	-28,61	50,57
Brūklenāji, stublājs	09.01.2020.	31-87-23	3.PL-M	BS	3240	0,88	-7,57	45,10	-28,72	51,46
Mellenāji	09.01.2020.	31-87-24	3.PL-M	M	3190	0,92	-7,95	44,73	-30,06	48,71
Mellenāji	09.01.2020.	31-87-25	3.PL-M	M	3050	0,98	-7,77	44,94	-30,08	45,87
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	011-210-5	1.PL-M	BL	3410	1,11	-8,58	45,24	-29,46	40,90
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	011-210-5	1.PL-M	BL	3130	1,14	-8,21	46,21	-29,53	40,57
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	011-210-5	1.PL-M	BS	3200	0,89	-8,83	44,71	-28,93	50,50
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	011-210-5	1.PL-M	BS	3450	0,93	-8,55	44,69	-29,04	48,12
Mellenāji	08.01.2020.	011-210-5	1.PL-M	M	3300	1,10	-7,38	45,13	-29,81	40,86
Mellenāji	08.01.2020.	011-210-5	1.PL-M	M	3070	1,01	-7,61	44,20	-29,79	43,55
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	011-210-5	2.PL-K	BL	3300	1,21	-6,64	46,19	-31,47	38,32
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	011-210-5	2.PL-K	BL	3020	1,16	-6,90	46,06	-31,50	39,65
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	011-210-5	2.PL-K	BS	3420	0,80	-8,05	44,69	-29,75	55,53
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	011-210-5	2.PL-K	BS	3480	0,77	-7,92	43,71	-29,45	56,54
Mellenāji	08.01.2020.	011-210-5	2.PL-K	M	3140	0,95	-7,43	45,19	-30,47	47,38
Mellenāji	08.01.2020.	011-210-5	2.PL-K	M	3390	0,85	-7,33	44,60	-30,21	52,18
Brūklenāji, lapas	10.01.2020.	608-19-21	1.PL-M	BL	3060	1,18	-4,80	46,67	-31,39	39,62
Brūklenāji, lapas	10.01.2020.	608-19-21	1.PL-M	BL	3290	1,16	-4,84	46,88	-31,55	40,25
Brūklenāji, stublājs	10.01.2020.	608-19-21	1.PL-M	BS	3060	0,90	-5,77	44,31	-30,67	49,38
Brūklenāji, stublājs	10.01.2020.	608-19-21	1.PL-M	BS	3280	0,89	-6,01	42,95	-30,57	48,45
Mellenāji	10.01.2020.	608-19-21	1.PL-M	M	3090	1,10	-2,91	44,52	-29,07	40,51
Mellenāji	10.01.2020.	608-19-21	1.PL-M	M	3410	1,12	-2,91	45,05	-28,96	40,33

Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas 2016. – 2021. gadam 5. zinātniskās izpētes misijas

“Ienestā minerālā slāpekļa aprīte (N izotopi skujās un mētrās)” gala ziņojums

Paraugs	Paraugu ņemšanas datums	Nogabals	Paraug-laukums		m, ug	wN,%	$\delta^{15}\text{N}$	wC,%	$\delta^{13}\text{C}$	C/N
Brūklenāji, lapas	10.01.2020.	608-19-21	2.PL-M	BL	3230	1,14	-4,39	46,09	-31,66	40,57
Brūklenāji, lapas	10.01.2020.	608-19-21	2.PL-M	BL	3260	1,10	-4,46	46,25	-31,65	41,96
Brūklenāji, stublājs	10.01.2020.	608-19-21	2.PL-M	BS	3110	0,91	-5,82	44,42	-30,52	48,58
Brūklenāji, stublājs	10.01.2020.	608-19-21	2.PL-M	BS	3350	0,90	-5,72	44,51	-30,35	49,26
Mellenāji	10.01.2020.	608-19-21	2.PL-M	M	3170	1,07	-1,67	44,81	-31,29	41,69
Mellenāji	10.01.2020.	608-19-21	2.PL-M	M	3050	0,98	-1,67	44,49	-31,10	45,51
Brūklenāji, lapas	10.01.2020.	608-19-21	3.PL-K	BL	3400	0,95	-5,04	46,20	-31,72	48,42
Brūklenāji, lapas	10.01.2020.	608-19-21	3.PL-K	BL	3300	0,96	-5,01	46,15	-31,85	48,19
Brūklenāji, stublājs	10.01.2020.	608-19-21	3.PL-K	BS	3170	0,87	-5,66	44,89	-30,81	51,41
Brūklenāji, stublājs	10.01.2020.	608-19-21	3.PL-K	BS	3140	0,88	-4,95	44,91	-30,94	51,25
Mellenāji	10.01.2020.	608-19-21	3.PL-K	M	3180	1,05	-5,16	45,08	-30,92	43,05
Mellenāji	10.01.2020.	608-19-21	3.PL-K	M	3400	1,03	-5,12	45,17	-30,88	43,74
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-29-4	1.PL-M	BL	3460	1,22	-5,96	46,53	-31,73	38,10
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-29-4	1.PL-M	BL	3320	1,29	-6,02	45,32	-31,87	35,23
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-29-4	1.PL-M	BS	3260	0,97	-6,70	44,07	-31,06	45,32
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-29-4	1.PL-M	BS	3320	1,00	-5,75	44,46	-31,06	44,44
Mellenāji	13.01.2020.	608-29-4	1.PL-M	M	3380	1,05	-6,17	43,47	-32,17	41,25
Mellenāji	13.01.2020.	608-29-4	1.PL-M	M	3400	1,11	-6,04	44,33	-32,02	39,76
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-29-4	2.PL-M	BL	3370	1,14	-6,27	45,99	-31,38	40,28
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-29-4	2.PL-M	BL	3130	1,18	-6,50	45,97	-31,38	38,84
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-29-4	2.PL-M	BS	3270	0,78	-7,00	43,76	-30,49	56,28
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-29-4	2.PL-M	BS	3420	0,81	-7,00	43,69	-30,43	54,12
Mellenāji	13.01.2020.	608-29-4	2.PL-M	M	3390	1,01	-6,22	44,55	-31,70	44,28
Mellenāji	13.01.2020.	608-29-4	2.PL-M	M	3220	1,05	-6,33	44,79	-31,68	42,72
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-29-4	4.PL-K	BL	3260	1,13	-5,04	46,96	-30,49	41,43
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-29-4	4.PL-K	BL	3450	1,18	-5,35	45,75	-30,48	38,69
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-29-4	4.PL-K	BS	3490	0,80	-5,97	44,31	-29,40	55,24
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-29-4	4.PL-K	BS	3370	0,81	-5,86	44,35	-29,52	54,76
Mellenāji	13.01.2020.	608-29-4	4.PL-K	M	3430	1,08	-3,09	44,44	-31,17	41,23
Mellenāji	13.01.2020.	608-29-4	4.PL-K	M	3150	1,07	-3,65	43,81	-31,15	40,97
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-44-7	1.PL-M	BL	3160	1,01	-5,20	45,29	-32,30	44,64
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-44-7	1.PL-M	BL	3190	1,03	-5,38	45,88	-32,35	44,39
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-44-7	1.PL-M	BS	3290	0,84	-5,99	43,65	-31,38	52,19
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-44-7	1.PL-M	BS	3340	0,83	-6,08	43,39	-31,34	52,48
Mellenāji	13.01.2020.	608-44-7	1.PL-M	M	3200	1,10	-4,86	44,11	-31,76	40,18
Mellenāji	13.01.2020.	608-44-7	1.PL-M	M	3080	1,09	-4,96	43,86	-31,76	40,27
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-44-7	2.PL-K	BL	3390	1,05	-6,08	46,16	-31,12	43,94
Brūklenāji, lapas	13.01.2020.	608-44-7	2.PL-K	BL	3040	1,07	-6,21	46,12	-31,21	43,01
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-44-7	2.PL-K	BS	3190	0,75	-7,02	44,05	-30,52	58,63

Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas 2016. – 2021. gadam 5. zinātniskās izpētes misijas

“Ienestā minerālā slāpekļa aprīte (N izotopi skujās un mētrās)” gala ziņojums

Paraugs	Paraugu ņemšanas datums	Nogabals	Paraug-laukums		m, ug	wN,%	$\delta^{15}\text{N}$	wC,%	$\delta^{13}\text{C}$	C/N
Brūklenāji, stublājs	13.01.2020.	608-44-7	2.PL-K	BS	3390	0,74	-6,91	44,07	-30,61	59,85
Mellenāji	13.01.2020.	608-44-7	2.PL-K	M	3060	1,03	-7,72	44,75	-30,85	43,48
Mellenāji	13.01.2020.	608-44-7	2.PL-K	M	3120	1,08	-7,76	43,89	-30,79	40,63
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	508-230 RU	1.PL-M	BL	3480	1,22	-7,26	45,42	-31,29	37,27
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	508-230 RU	1.PL-M	BL	3210	1,19	-7,48	45,09	-31,32	37,82
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	508-230 RU	1.PL-M	BS	3300	0,82	-7,97	43,39	-30,22	52,70
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	508-230 RU	1.PL-M	BS	3290	0,81	-8,02	43,29	-30,16	53,24
Mellenāji	08.01.2020.	508-230 RU	1.PL-M	M	3480	1,11	-8,48	44,48	-29,89	40,14
Mellenāji	08.01.2020.	508-230 RU	1.PL-M	M	3390	1,08	-8,46	42,28	-29,84	38,99
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	508-230 RU	2.PL-K	BL	3240	1,07	-7,06	44,90	-31,10	41,84
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	508-230 RU	2.PL-K	BL	3370	1,08	-7,31	45,04	-31,14	41,66
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	508-230 RU	2.PL-K	BS	3250	0,82	-7,79	43,28	-30,26	52,60
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	508-230 RU	2.PL-K	BS	3100	0,86	-7,91	43,68	-30,34	50,80
Mellenāji	08.01.2020.	508-230 RU	2.PL-K	M	3120	1,13	-8,53	44,53	-30,61	39,47
Mellenāji	08.01.2020.	508-230 RU	2.PL-K	M	3170	1,15	-9,01	44,73	-30,57	38,89
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	508-230 RU	5.PL-M	BL	3160	1,00	-8,32	46,27	-31,51	46,47
Brūklenāji, lapas	08.01.2020.	508-230 RU	5.PL-M	BL	3320	0,99	-8,09	45,56	-31,59	46,12
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	508-230 RU	5.PL-M	BS	3440	0,79	-9,02	43,15	-30,84	54,84
Brūklenāji, stublājs	08.01.2020.	508-230 RU	5.PL-M	BS	3100	0,80	-9,13	43,41	-30,84	54,26
Mellenāji	08.01.2020.	508-230 RU	5.PL-M	M	3280	1,22	-9,53	43,98	-30,31	36,03
Mellenāji	08.01.2020.	508-230 RU	5.PL-M	M	3330	1,19	-9,48	43,83	-30,27	36,84
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	1	3210	1,71	-2,02	52,06	-27,27	30,52
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	1	3120	1,69	-2,31	50,88	-27,31	30,06
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	2	3450	1,83	-2,57	3,25	-8,21	1,78
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	2	3030	1,80	-3,22	52,39	-26,86	29,08
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	3	3320	1,93	-0,79	52,83	-28,03	27,35
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	3	3270	1,86	-0,70	52,03	-27,92	27,99
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	1	3020	1,70	-3,32	52,01	-27,40	30,52
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	1	3170	1,69	-2,75	52,40	-27,45	31,09
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	2	3200	1,75	-4,16	51,91	-27,83	29,62
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	2	3350	1,71	-4,17	51,94	-27,80	30,33
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	3	3300	1,40	-3,29	55,79	-27,47	39,75
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	1.PL (P+N)	3	3000	1,41	-3,33	54,00	-27,49	38,18
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	4.PL (K)	1	3060	1,61	-3,96	52,79	-27,09	32,72
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	4.PL (K)	1	3170	1,77	-3,03	53,42	-27,10	30,24
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	4.PL (K)	2	3000	1,38	-3,75	53,80	-27,29	39,12
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	4.PL (K)	2	3070	1,40	-3,51	53,51	-27,18	38,33
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	4.PL (K)	3	3070	1,56	-5,35	52,01	-29,21	33,37

Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas 2016. – 2021. gadam 5. zinātniskās izpētes misijas

“Ienestā minerālā slāpekļa aprīte (N izotopi skujās un mētrās)” gala ziņojums

Paraugs	Paraugu ņemšanas datums	Nogabals	Paraug-laukums		m, ug	wN,%	$\delta^{15}\text{N}$	wC,%	$\delta^{13}\text{C}$	C/N
Priežu skujas	01.02.2019.	608-29-4	4.PL (K)	3	3400	1,52	-5,39	51,77	-29,36	33,96
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	1.PL (P+N)	1	3420	1,84	-1,08	51,73	-27,70	28,19
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	1.PL (P+N)	1	3480	1,82	-1,11	52,05	-27,71	28,65
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	1.PL (P+N)	2	3010	1,70	-2,34	53,08	-27,22	31,26
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	1.PL (P+N)	2	3210	1,70	-2,27	53,20	-27,17	31,28
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	1.PL (P+N)	3	3320	1,93	-2,41	52,75	-27,44	27,32
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	1.PL (P+N)	3	3180	1,90	-2,44	52,80	-27,49	27,80
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	2.PL (K)	1	3130	1,56	-2,61	52,47	-27,49	33,60
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	2.PL (K)	1	3190	1,55	-2,71	52,18	-27,45	33,61
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	2.PL (K)	2	3100	1,65	-4,10	51,82	-27,67	31,47
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	2.PL (K)	2	3160	1,68	-4,20	52,35	-27,57	31,19
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	2.PL (K)	3	3400	1,47	-3,37	52,97	-28,76	36,11
Priežu skujas	05.02.2019.	608-44-4	2.PL (K)	3	3050	1,44	-3,65	53,08	-28,82	36,95
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	1.PL (P+N)	1	3110	2,30	-0,91	52,37	-27,61	22,80
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	1.PL (P+N)	1	3140	2,25	-1,01	51,37	-27,51	22,83
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	1.PL (P+N)	2	3460	2,17	-1,54	51,78	-26,66	23,87
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	1.PL (P+N)	2	3430	2,00	-1,52	47,38	-26,58	23,72
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	1.PL (P+N)	3	3340	2,06	-0,80	53,24	-25,22	25,83
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	1.PL (P+N)	3	3270	2,04	-0,83	52,84	-25,16	25,95
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	2.PL (P+N)	1	3250	1,78	-1,06	53,18	-28,52	29,84
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	2.PL (P+N)	1	3280	1,80	-1,12	53,15	-28,37	29,49
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	2.PL (P+N)	2	3010	1,74	-2,95	50,75	-27,89	29,14
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	2.PL (P+N)	2	3000	1,66	-2,72	51,67	-27,85	31,10
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	2.PL (P+N)	3	3330	1,72	-3,34	52,90	-27,40	30,74
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	2.PL (P+N)	3	3000	1,78	-3,25	52,97	-27,41	29,80
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	3.PL (K)	1	3440	1,61	-5,54	53,30	-27,30	33,18
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	3.PL (K)	1	3220	1,61	-5,75	53,59	-27,29	33,28
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	3.PL (K)	2	3040	1,50	-5,48	52,73	-27,81	35,06
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	3.PL (K)	2	3410	1,41	-5,33	52,69	-27,70	37,42
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	3.PL (K)	3	3110	1,74	-4,25	53,17	-28,18	30,53
Priežu skujas	28.01.2019.	608-19-21	3.PL (K)	3	3100	1,74	-4,30	53,00	-28,07	30,42
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	1.PL (N)	1	3320	1,58	-4,71	51,70	-26,79	32,66
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	1.PL (N)	1	3100	1,58	-4,92	52,17	-26,92	32,97
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	1.PL (N)	2	3050	1,43	-5,57	52,29	-26,47	36,49
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	1.PL (N)	2	3370	1,55	-5,41	52,68	-26,56	33,94
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	1.PL (N)	3	3110	1,55	-5,68	51,39	-27,64	33,19
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	1.PL (N)	3	3280	1,54	-5,83	52,50	-27,67	34,11
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	2.PL (K)	1	3320	1,45	-6,57	52,25	-27,54	36,10

Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas 2016. – 2021. gadam 5. zinātniskās izpētes misijas

“Ienestā minerālā slāpekļa aprīte (N izotopi skujās un mētrās)” gala ziņojums

Paraugs	Paraugu ņemšanas datums	Nogabals	Paraug-laukums		m, ug	wN,%	$\delta^{15}\text{N}$	wC,%	$\delta^{13}\text{C}$	C/N
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	2.PL (K)	1	3250	1,54	-6,77	52,09	-27,55	33,84
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	2.PL (K)	2	3250	1,71	-6,93	52,18	-28,07	30,48
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	2.PL (K)	2	3290	1,64	-7,03	51,93	-27,97	31,68
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	2.PL (K)	3	3350	1,49	-8,17	52,04	-26,88	34,96
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	2.PL (K)	3	3260	1,45	-8,24	50,80	-26,93	35,11
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	3.PL (N)	1	3090	1,80	-5,27	50,63	-26,88	28,18
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	3.PL (N)	1	3050	1,79	-5,47	51,17	-26,74	28,58
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	3.PL (N)	2	3220	2,12	-4,67	52,15	-25,93	24,60
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	3.PL (N)	2	3240	2,09	-4,73	52,38	-26,04	25,03
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	3.PL (N)	3	3280	1,59	-4,02	50,31	-27,95	31,63
Priežu skujas	14.02.2019.	11-210-5	3.PL (N)	3	3330	1,65	-3,91	51,08	-27,90	31,03
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	1.PL (N)	1	3280	1,57	-5,20	51,85	-27,78	33,04
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	1.PL (N)	1	3390	1,61	-5,26	51,56	-27,85	32,08
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	1.PL (N)	2	3420	1,52	-7,11	52,06	-27,03	34,16
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	1.PL (N)	2	3270	1,57	-7,95	52,50	-26,95	33,44
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	1.PL (N)	3	3300	1,69	-3,84	52,25	-26,97	30,92
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	1.PL (N)	3	3100	1,64	-3,82	51,97	-26,93	31,63
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	2.PL (K)	1	3170	1,49	-6,18	51,89	-27,98	34,71
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	2.PL (K)	1	3370	1,44	-6,23	50,81	-28,04	35,21
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	2.PL (K)	2	3450	1,47	-7,77	51,79	-27,97	35,27
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	2.PL (K)	2	3060	1,46	-7,54	51,21	-27,99	35,10
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	2.PL (K)	3	3400	1,22	-7,56	50,42	-28,35	41,21
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	2.PL (K)	3	3260	1,23	-7,59	51,01	-28,31	41,49
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	3.PL (N)	1	3120	1,45	-7,10	50,83	-27,39	35,03
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	3.PL (N)	1	2980	1,64	-6,61	51,05	-27,35	31,19
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	3.PL (N)	2	3020	1,79	-6,32	51,09	-27,39	28,57
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	3.PL (N)	2	3170	1,71	-6,50	50,95	-27,45	29,81
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	3.PL (N)	3	3200	1,56	-5,69	50,37	-27,41	32,23
Priežu skujas	20.02.2019.	31-87-13	3.PL (N)	3	3310	1,48	-5,91	49,33	-27,55	33,29
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	1.PL (K)	1	3260	1,63	-6,31	50,47	-27,61	30,90
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	1.PL (K)	1	3180	1,64	-6,63	49,57	-27,56	30,18
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	1.PL (K)	2	3120	1,54	-8,57	50,61	-27,77	32,86
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	1.PL (K)	2	3320	1,51	-8,97	50,38	-27,91	33,46
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	1.PL (K)	3	3030	1,74	-7,75	50,20	-28,38	28,87
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	1.PL (K)	3	3170	1,62	-8,02	50,02	-28,11	30,96
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	2.PL (N)	1	3360	1,48	-8,47	51,91	-26,82	35,08
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	2.PL (N)	1	3190	1,43	-8,61	50,58	-26,59	35,29
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	2.PL (N)	2	3200	1,40	-8,58	50,52	-28,20	36,04

*Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas 2016. – 2021. gadam 5. zinātniskās izpētes misijas
“Ienestā minerālā slāpekļa aprīte (N izotopi skujās un mētrās)” gala ziņojums*

Paraugs	Paraugu ņemšanas datums	Nogabals	Paraug-lau- kums		m, ug	wN,%	$\delta^{15}\text{N}$	wC,%	$\delta^{13}\text{C}$	C/N
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	2.PL (N)	2	3110	1,43	-8,56	51,37	-28,28	35,93
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	2.PL (N)	3	3100	1,44	-9,10	50,11	-28,56	34,80
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	2.PL (N)	3	3370	1,39	-9,05	49,90	-28,69	35,93
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	5.PL (N)	1	3310	2,00	-2,61	51,65	-26,96	25,79
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	5.PL (N)	1	3310	1,81	-2,53	51,18	-27,11	28,30
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	5.PL (N)	2	3030	1,78	-3,66	50,13	-27,26	28,24
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	5.PL (N)	2	3020	1,81	-3,72	50,61	-27,17	27,96
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	5.PL (N)	3	3140	1,48	-3,86	50,70	-27,71	34,23
Priežu skujas	08.02.2019.	508-230-39	5.PL (N)	3	3330	1,50	-3,82	51,38	-27,60	34,29