

SKREJUGUNS IETEKME UZ AUGSNES ĶĪMISKO SASTĀVU MEZOTROFĀ PRIEŽU MEŽĀ

Zane Lībiete, Arta Bārdule, Andis Bārdulis un Andis Lazdiņš

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"
E-pasts: zane.libiete@silava.lv

Ugunsgrēki hemiboreālajos un boreālajos mežos ir būtisks faktors, kas ietekmē gan ainavu kopumā, gan atsevišķus meža ekosistēmas raksturojošos parametrus, tajā skaitā augsnes fizikālo un ķīmisko sastāvu, noteci raksturojošos rādītājus, kā arī bioloģisko daudzveidību gan makrobioloģiskā, gan mikrobioloģiskā līmenī. Ietekmes raksturs un būtiskums ir atkarīgs no dažādiem faktoriem un to kombinācijas – uguns intensitātes, ekosistēmu tipa, mitruma apstākļiem, augsnes parametriem u. c.

Skrejuguns ietekme uz nedzīvās zemsegas un augsnes dziļāko slāņu ķīmisko sastāvu pētīta Starptautiskās sadarbības programmas gaisa piesārņojuma ietekmes uz ekosistēmām integrālā monitoringa objektā Latvijas dienvidrietumu daļā, kur 2014. gadā izdega viens no trijiem tur ierīkotajiem parauglaukumiem mezotrofā priežu mežā, lāna (*Myrtillosa*) meža tipā. Gan izdegušajā parauglaukumā, gan abos pārējos ņemti nedzīvās zemsegas un augsnes paraugi, lai noteiktu makroelementu uzkrājuma atšķirības starp ietekmēto un kontroles parauglaukumu. Secināts, ka skrejuguns ietekmē ir būtiski izmanīties augsnes organiskās virskārtas ķīmiskais sastāvs, un atšķirības saglabājušās trīs gadus pēc ugunsgrēka, bet ietekme uz augsnes dziļākajiem slāņiem nav būtiska.

Raksturvārdi: skrejuguns, mezotrofs priežu mežs, augsnes īpašības, C un N uzkrājums.

IEVADS

Meža ugunsgrēki ir viens no nozīmīgākajiem dabiskajiem traucējumiem boreālajos un hemiboreālajos mežos, kas veido ainavas rakstu, ietekmē veģetācijas dinamiku un bioloģisko daudzveidību, kā arī augsnes un ūdens ķīmisko sastāvu (Granström, 2001; Niklasson, Drakenberg, 2001; Certini, 2005; Jogiste *et al.*, 2017). Uguns ir nozīmīgs abiotisks faktors gan liela, gan vidēja mēroga traucējumu radīšanā (izrobojumu dinamika, kohortu dinamika) (Jogiste *et al.*, 2017). Ainavas rakstu visizteiktāk ietekmē vainaguguns, kura intensitātei parasti piemīt telpiska heterogenitāte, tādējādi radot nozīmīgu vides faktoru variāciju plašā laika un telpas mērogā (Turner, Romme, 1994).

Latvijā laika posmā no 2007. līdz 2017. gadam meža ugunsgrēkos izdegušās platības variēja no 90 ha 2012. gadā līdz pat 646 ha 2009. gadā. Samērā lielas platības izdega arī 2014. gadā, pavisam kopā 591 ha (www.vmd.gov.lv). Lielākā meža ugunsgrēku koncentrācija novērojama ap lielajām pilsētām – Rīgu un Daugavpili, samērā bieži mežs deg arī piejūras reģionos un Kurzemes centrālajā daļā. Atbilstoši Valsts meža dienesta datiem 75% gadījumu meža ugunsgrēku cēlonis ir neuzmanīga rīcība, bet 12% gadījumu – ļaunprātīga dedzināšana. Zibens rezultātā boreālajā reģionā ugunsgrēki izceļas reti (Granström, 2001), un arī Latvijas apstākļos šī faktora ietekmē ik gadu izceļas ļoti neliels skaits ugunsgrēku, pēc aplēsēm, tie ir tikai 4–5 šādi ugunsgrēki gadā. 20. gs. laikā ugunsgrēku biežums Latvijā, tāpat kā citviet Ziemeļeiropā, ir samazinājies gan uguns

apsardzības sistēmas uzlabošanas, gan labāka meža ceļu tīkla dēļ (Saliņš, 1999; Granström, Niklasson, 2008; Drobyshev *et al.*, 2012; Donis *et al.*, 2017).

Meža ugunsgrēkus var iedalīt trijās grupās. Skrejuguns ir visizplatītākais meža ugunsgrēku paveids, kura rezultātā deg zemsedzes virsējā kārtā, bet uguns neskar koku vainagus. Pavasarī skrejuguns izplatība ir strauja, un tā sadedzina sauso materiālu, bet vasarā, sausos apstākļos, skrejuguns izdedzina zemsegu līdz minerālaugsnei, un cieš arī virsējās koku saknes, kā rezultātā egļu audzes parasti nokalst pilnībā, bet priežu audzēs – iet bojā lielākā daļa koku, un izdzīvojušie cieš no citu nelabvēlīgu vides faktoru ietekmes. Vainaguguns laikā deg gan zemsedze, gan koku vainagi, tās izplatība ir strauja, un to ir grūti ierobežot. Bojā iet gan zemsedze, gan kokaudze, gan augsnes mikroorganismi, un meža atjaunošana ir sarežģīta. Zemdega ir ugunsgrēks, kurā deg visa zemsega, organiskās augsnēs – arī kūdra. Uguns izplatība ir lēna, un ugunsgrēks turpinās ilgstoši, kamēr sadeg viss zemsegas slānis līdz minerālaugsnei vai gruntsūdenim (www.vmd.gov.lv).

Meža ugunsgrēku laikā biomasā un detritā fiksētās barības vielas izdalās atmosfērā, nonāk pelnos vai saglabājas nepilnīgi sadegušajā materiālā (Boerner, 1982). Meža ugunsgrēki īstermiņā izraisa slāpekļa (N), sēra (S) un fosfora (P) minerālo formu koncentrācijas paaugstināšanos augsnes ūdenī un šo elementu izskalošanos (Murphy *et al.*, 2006). Augsnes mikroorganismi, kas tieši ietekmē barības vielu apriti un augsnes veidošanās procesus, tiek ietekmēti gan tieši (tie iet bojā karstuma ietekmē, būtiski samazinoties to biomasai), gan netieši, jo ugunsgrēka ietekmē radikāli un uz ilgu laiku izmainās vides apstākļi, no kā ir atkarīga mikroorganismu dzīvotne un barības bāze (DeBano *et al.*, 1998; Neary *et al.*, 1999). Augsnē dzīvojošie posmkāji mazāk tiek ietekmēti tieši, bet vairāk netieši, un nozīmīgs faktors šajā gadījumā ir tas, cik dziļi augsnes slāni ugunsgrēks ir ietekmējis (Wikars, Schimmel, 2001).

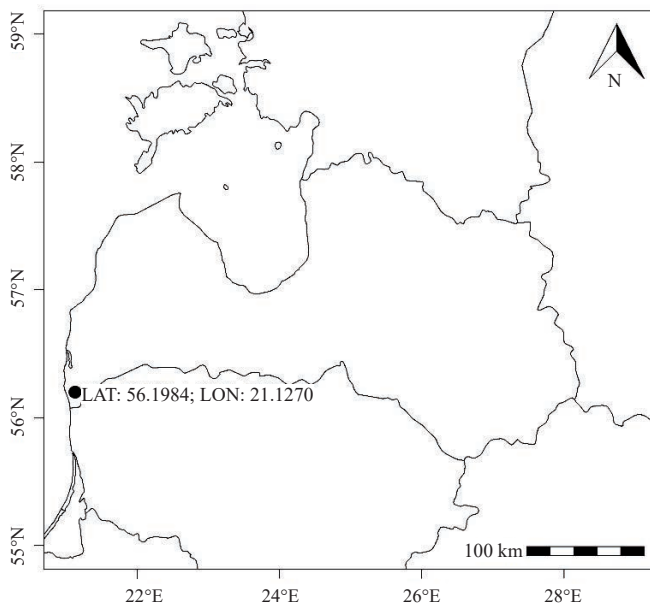
Ugunsgrēki būtiski pārveido hidroloģisko režīmu. Izdegušās platībās samazinās intercepcija, infiltrācija un ūdens aizture, uz laiku izzūd transpirācija, bet ir novērojama būtiski lielāka notecē, kā arī ir lielāks noteces erodējošais efekts. Ugunsgrēku rezultātā palielinās riski ūdens kvalitātei, kas saistīti ar sedimenta nonākšanu ūdensobjektos, potenciālu nitrātu koncentrācijas paaugstināšanos, kā arī iespējamu smago metālu izskalošanos no augsnes (Neary *et al.*, 2005). Dažādu vides faktoru izmaiņas pēc meža ugunsgrēka ir tieši saistītas ar ugunsgrēka tipu un uguns intensitāti. Latvijā pagaidām nav pieejami publicēti dati par meža ugunsgrēku ietekmi uz vielu apriti meža ekosistēmās.

Šī pētījuma mērķis bija izvērtēt skrejuguns ietekmi uz nedzīvās zemsegas un augsnes ķīmiskajām īpašībām mezotrofā priežu audzē trīs gadus pēc meža ugunsgrēka.

MATERIĀLS UN METODES

Pētījuma objekts

Skrejuguns ietekme uz nedzīvās zemsegas un augsnes ķīmisko sastāvu tika vērtēta mezotrofā 60 gadus vecā parastās priedes *Pinus sylvestris* mežaudzē lāna (*Myrtillosa*) meža tipā. Pētījuma objekts atrodas ICP Integrālā Monitoringa (*International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems*) objektā Latvijas dienvidrietumu daļā Rucavas novada Pešos (1. attēls). Augstākā gaisa temperatūra analizētajā periodā konstatēta 2015. gadā, bet lielākais nokrišņu daudzums – 2017. gadā, vidējie meteoroloģiskie rādītāji parādīti 1. tabulā.



1. attēls. Pētījuma objekts Pešos, Rucavas novadā.
 Figure 1. Study area in Peši, Rucava municipality.

1. tabula. Vidējā gaisa temperatūra un kopējais nokrišņu daudzums pētījuma objektā no 2014. līdz 2017. gadam

Table 1. Mean air temperature and total precipitation in the study area from 2014 to 2017

Rādītājs Parameter	Gads Year			
	2014	2015	2016	2017
Vidējā gaisa temperatūra, °C Mean air temperature, °C	+8,3	+8,4	+7,7	+7,8
Kopējais nokrišņu daudzums, mm Total precipitation amount, mm	742	723	455	997

Veģetācijas tips analizētajā parauglaukumā atbilst *Vaccinium vitis-idaeo*–*Pinetum* augu sabiedrībai. Dominējošās sugas lakstaugu stāvā bija parastā mellene *Vaccinium myrtillus*, brūklene *V. vitis-idaea*, liektā ciņusmilga *Deschampsia flexuosa* un pļavas nārbulis *Melampyrum pratense*, bet sūnu stāvā – spīdīgā stāvaine *Hylocomium splendens*, Šrēbera rūšaine *Pleurozium schreberi* un viļņainā divzobe *Dicranum polysetum* (Laiviņš *et al.*, 2007; Laiviņš, Rūsiņa, 2007). Augsnes tips pētījuma objektā ir tipiskais podzols (Kārklīņš *et al.*, 2009). Integrālā monitoringa objektā 1993. gadā tika ierīkoti trīs 30 × 30 m lieli veģetācijas uzskaites parauglaukumi (A, B un C), kuros kopš 1994. gada veiktas regulāras veģetācijas uzskaites. A un B parauglaukumi atrodas cieši blakus (3 m attālumā viens no otra), bet C parauglaukums atrodas 25 m attālumā no B parauglaukuma. 2014. gada augustā objektā nezināmu iemeslu dēļ izcēlās skrejuguns, kā rezultātā A parauglaukumā stipri izdega zemsedze un nedzīvās zemsegas (O) horizonts, bet B un C parauglaukumi no uguns necieta.

Nedzīvās zemsegas un augsnes paraugu ņemšana un analīzes

Pētījuma objektā nedzīvās zemsegas un augsnes paraugu ņemšana un fizikāli ķīmiskās analīzes tika veiktas divas reizes – 2014. gada oktobrī (Bārdule *et al.*, 2017) un 2017. gada jūnijā (trīs gadus pēc ugunsgrēka). 2017. gadā nedzīvās zemsegas (O horizonta) paraugi katrā parauglaukumā (A, B un C) ņemti piecos atkārtojumos ar 10 × 10 cm lielu nerūsējošā tērauda zondi, minerālaugsnes paraugi ņemti no sekojošiem augsnes slāņiem: 0–10 cm, 10–20 cm, 20–40 cm un 40–80 cm.

Augsnes paraugi analīzēm tika sagatavoti atbilstoši ISO 11464 (2005) standartam, fizikāli ķīmiskajām analīzēm tika izmantota augsnes smalkā frakcija ($D < 2$ mm). Augsnes paraugos tika noteikti sekojoši parametri: augsnes apmaiņas skābums (pH) KCl (1 M) suspensijā tika noteikts atbilstoši ISO 10390 (2002), kopējā slāpekļa ($N_{kop.}$) saturs tika noteikts, izmantojot modificētu Kjeldāla metodi atbilstoši ISO 11261 (2002), organiskā un kopējā oglekļa ($C_{org.}$ un $C_{kop.}$) saturs tika noteikts, izmantojot elementanalīzi atbilstoši ISO 10694 (2006), fosfors (P) tika ekstrahēts ar koncentrētu slāpekļskābi un noteikts atbilstoši LVS 398 (2002); kālijs (K), kalcijs (Ca) un magnijs (Mg) tika ekstrahēts ar koncentrētu slāpekļskābi un noteikts, izmantojot liesmas atomu emisijas vai absorbcijas spektrometru. Augsnes blīvums tika noteikts atbilstoši ISO 11272:1998 standartam.

Statistiskā analīze

Dati tika analizēti, izmantojot *Libre Office 6.0 Calc* un programmu *R*. Nedzīvās zemsegas un augsnes ķīmiskā sastāva atšķirību būtiskums starp ietekmēto parauglaukumu un kontroles parauglaukumiem tika novērtēts, izmantojot programmu *R*. Divu paraugkopu salīdzināšanai ar neparametriskām analīzes metodēm izmantots Vilkoksona tests (*Wilcoxon rank sum test with continuity*), funkcija *wilcox.test()*, būtiskuma līmenis $\alpha = 0,05$. Vilkoksona testu neatkarīgu paraugkopu gadījumā mēdz saukt arī par Manna-Vitneja testu (*Mann-Whitney Test*) (Elferts, 2013).

REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Nedzīvā zemsega

Nedzīvās zemsegas analīžu rezultāti apkopoti 2. tabulā ($C_{\text{org.}}$, $N_{\text{kop.}}$, P, K, Ca un Mg saturs) un 2. attēlā (pH_{KCl} , $C_{\text{org.}}$ un $N_{\text{kop.}}$ uzkrājums). Vidējais nedzīvās zemsegas biežums trīs gadus pēc ugunsgrēka ietekmētā parauglaukumā (A) bija $1,8 \pm 0,6$ cm, savukārt vidējais nedzīvās zemsegas biežums kontroles parauglaukumos bija būtiski lielāks – $4,9 \pm 0,8$ cm (B parauglaukums) un $5,5 \pm 0,3$ cm (C parauglaukums). Gan ietekmētajā (A), gan kontroles (B un C) parauglaukumos vidējais nedzīvās zemsegas biežums bija ievērojami samazinājies, salīdzinot ar 2014. gadu (Bardule *et al.*, 2017), kad uzreiz pēc ugunsgrēka vidējais nedzīvās zemsegas biežums ietekmētajā parauglaukumā bija $6,3 \pm 0,6$ cm, bet kontroles parauglaukumos – $8,6 \pm 0,4$ cm (B parauglaukums) un $7,9 \pm 0,3$ cm (C parauglaukums).

Kaut arī, salīdzinot ar kontroles parauglaukumiem (B un C), ietekmētā parauglaukumā (A) nedzīvā zemsegā konstatēts mazāks $C_{\text{org.}}$ un $N_{\text{kop.}}$ saturs un lielāks P, K, Ca un Mg saturs, statistiski būtiskas atšķirības netika konstatētas ($p > 0,05$). Līdzīgas tendences pētījuma objektā tika konstatētas arī 2014. gadā uzreiz pēc ugunsgrēka (Bardule *et al.*, 2017).

2014. gadā (uzreiz pēc ugunsgrēka) netika konstatētas statistiski būtiskas nedzīvās zemsegas pH_{KCl} vērtības atšķirības degušajā un kontroles parauglaukumos, vidējā apmaiņas skābuma (pH_{KCl}) vērtība bija 2,87 (Bardule *et al.*, 2017). Savukārt trīs gadus pēc ugunsgrēka ietekmētajā parauglaukumā (A) konstatēta statistiski būtiski ($p < 0,01$) lielāka augsnes apmaiņas skābuma vērtība (pH_{KCl} ir $3,39 \pm 0,35$) nekā vidēji kontroles parauglaukumos ($2,80 \pm 0,04$).

Līdzīgi kā 2014. gadā (uzreiz pēc ugunsgrēka), arī trīs gadus pēc ugunsgrēka ietekmētā parauglaukuma (A) nedzīvajā zemsegā konstatēts statistiski būtiski mazāks $C_{\text{org.}}$ ($p = 0,01$) un $N_{\text{kop.}}$ ($p < 0,01$) uzkrājums (attiecīgi $13,7 \pm 2,8$ t C ha⁻¹ un $0,41 \pm 0,07$ t N ha⁻¹), salīdzinot ar kontroles parauglaukumiem, kur vidējais $C_{\text{org.}}$ uzkrājums ir $29,3 \pm 3,6$ t C ha⁻¹ un vidējais $N_{\text{kop.}}$ uzkrājums ir $0,86 \pm 0,09$ t N ha⁻¹. Trīs gadus pēc ugunsgrēka vidējā $C_{\text{org.}}$ uzkrājuma atšķirība ietekmētā un kontroles parauglaukuma nedzīvajā zemsegā bija $15,6$ t C ha⁻¹, kas ir nedaudz mazāka nekā konstatēts 2014. gadā uzreiz pēc ugunsgrēka. Savukārt vidējā $N_{\text{kop.}}$ uzkrājuma atšķirība ietekmētā un kontroles parauglaukuma nedzīvajā zemsegā trīs gadus pēc ugunsgrēka ($0,45$ t N ha⁻¹) bija nedaudz palielinājusies, salīdzinot ar 2014. gadu, kas tieši norāda uz traucējuma vidēja termiņa (vismaz trīs gadu) ietekmi uz makroelementu uzkrājumu nedzīvajā zemsegā.

Augsnes virskārta (0–10 cm dziļums) un dziļākie slāņi (10–80 cm dziļums)

Augsnes minerālās virskārtas (0–10 cm dziļums) un dziļāko slāņu (10–80 cm dziļums) analīžu rezultāti apkopoti 2. tabulā ($C_{\text{org.}}$, $N_{\text{kop.}}$, P, K, Ca un Mg saturs) un 2. attēlā (pH_{KCl} , $C_{\text{org.}}$ un $N_{\text{kop.}}$ uzkrājums). Līdzīgi kā 2014. gadā (uzreiz pēc ugunsgrēka), arī trīs gadus pēc ugunsgrēka nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības ($p > 0,05$) analizētajos

augsnes minerālās virskārtas un dziļāko slāņu parametrus ietekmētajā un kontroles parauglaukumos. Tas liecina, ka skrejuguns pētījuma objektā nav būtiski ietekmējusi ne augsnes minerālās virskārtas, ne dziļāko slāņu ķīmisko sastāvu.

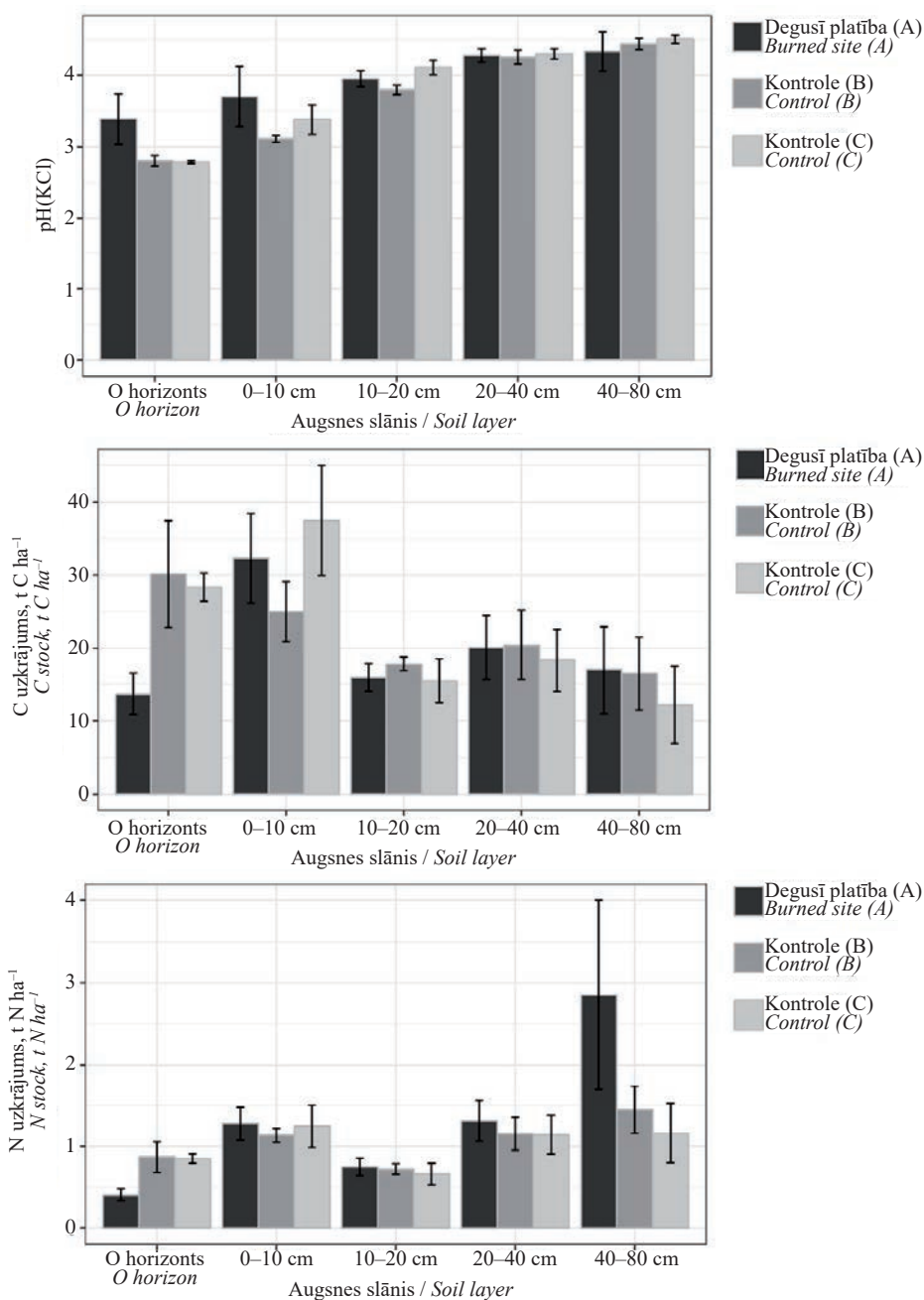
2. tabula. Nedzīvās zemsegas un augsnes vidējais ķīmiskais sastāvs ietekmētos (A) un kontroles parauglaukumos (B un C) 2017. gadā

Table 2. Chemical composition of forest floor and soil in burned (A) and control sample plots (B and C) in 2017

Parauglaukums Sample plot	Augsnes slānis Soil layer	C _{org.} , g kg ⁻¹	N _{kop.} , g kg ⁻¹	C/N	P*, mg kg ⁻¹	K*, mg kg ⁻¹	Ca*, mg kg ⁻¹	Mg*, mg kg ⁻¹
A**	O horizonts	359 ±55	10,9 ±1,7	33 ±1	607 ±69	824 ±101	2155 ± 521	495 ± 65
	0–10 cm	24 ±5	0,93 ±0,14	28 ±7	99 ±35	258 ±40	131 ±97	110 ±17
	10–20 cm	13 ±2	0,59 ±0,08	23 ±4	273 ±56	336 ±26	6,6 ±1,4	148 ±37
	20–40 cm	7 ±1	0,48 ±0,11	16 ±3	210 ±37	334 ±40	5,6 ±1,5	231 ±47
	40–80 cm	3 ±1	0,53 ±0,22	10 ±3	169 ±46	352 ±60	4,9 ±0,8	252 ±65
B**	O horizonts	377 ±46	11,10 ±1,29	34 ±1	509 ±39	718 ±92	1161 ±179	352 ±37
	0–10 cm	22 ±4	0,97 ±0,05	23 ±4	119 ±76	204 ±30	12 ±5	68 ±14
	10–20 cm	14 ± 1	0,57 ±0,06	25 ±1	486 ±256	299 ±22	4,3 ±0,7	95 ±10
	20–40 cm	8 ± 2	0,46 ±0,08	17 ±1	400 ±124	284 ±14	4,5 ±0,2	164 ±27
	40–80 cm	3 ± 1	0,26 ±0,06	10 ±2	328 ±237	323 ±46	5,4 ±0,8	254 ±33
C**	O horizonts	402 ±55	12,11 ±1,75	33 ±1	427 ±115	774 ± 139	1284 ± 253	377 ±41
	0–10 cm	27 ±5	0,87 ±0,16	31 ±4	229 ±38	279 ±23	13 ±3	134 ±21
	10–20 cm	12 ±2	0,52 ±0,12	24 ±3	367 ±59	323 ±22	3,4 ±1,5	207 ±31
	20–40 cm	7 ±2	0,41 ±0,08	16 ±2	275 ±52	342 ±25	6,2 ±0,9	269 ±17
	40–80 cm	2 ±1	0,18 ±0,06	17 ±12	233 ±35	318 ±17	4,4 ±1,7	320 ±44

* Ekstrahēts ar koncentrētu HNO₃ / Leached using HNO₃ concentrate.

** Netika konstatētas būtiskas atšķirības starp kontroles parauglaukiem (B un C) un ietekmēto parauglaukumu (A) / No significant differences between control sample plots (B and C) and burned plot (A) were found.



2. attēls. Augsnes apmaiņas skābums, oglekļa un slāpekļa uzkrājums augsnē ietekmētajā un kontroles parauglaukumos 2017. gadā.

Figure 2. Soil acidity, C and N stocks in soil in burned and control sample plots in 2017.

Līdzšinējo pētījumu rezultāti liecina, ka uguns ietekme uz mežu stipri atšķiras atkarībā no meža ekosistēmas tipa, augsnes tipa, uguns intensitātes, kā arī laika, kāds pagājis kopš ugunsgrēka (Boerner *et al.*, 2009). ASV veiktā pētījumā, kur analizēta kontrolētas dedzināšanas, augsnes mehāniskas apstrādes un abu šo darbību kombinācijas ietekme dažādos meža tipos, pirmajā gadā pēc ietekmes tika konstatēts būtisks kopējā neorganiskā slāpekļa uzkrājuma pieaugums minerālaugsnes augšējā slānī, taču nākamajos gados atšķirības starp ietekmētajiem un kontroles parauglūkumiem vairs nebija būtiskas. Būtiska ietekme netika konstatēta arī uz organiskā oglekļa uzkrājumu. Tikai daļa no ugunsgrēka rezultātā ģenerētā karstuma nonāk augsnē, un augsnes dziļāko slāņu fizikāli ķīmiskā sastāva izmaiņas ir tieši atkarīgas no augsnes sastāva, augsnes mitruma, struktūras (porozitātes) u. c. faktoriem (González-Pérez *et al.*, 2004). Temperatūras paaugstināšanās augsnes dziļākajos slāņos parasti ir lēna, jo sausai augsnei piemīt ļoti labas izolācijas spējas (DeBano *et al.*, 1998), savukārt mitrā augsnē ūdens iztvaikošanas process neļauj tajā esošajam mitrumam sasniegt vārīšanās punktu (Campbell *et al.*, 1995). Johnson un Curtis (2001) zinātniskās literatūras izpētes rezultāti liecina, ka ugunsgrēka ietekme uz minerālaugsnī ir nebūtiska (ja netiek aplūkotas izmaiņas O horizontā), taču oglekļa un slāpekļa uzkrājumam augsnē degušās platībās ir tendence palielināties desmit gadus pēc ugunsgrēka, salīdzinot ar kontroles platībām. Mūsu objektos netika konstatēta būtiska ietekme uz makroelementu uzkrājumu augsnes minerālajos slāņos trīs gadus pēc ugunsgrēka. Visai līdzīgus rezultātus par skrejuguns nelielo ietekmi uz oglekļa un slāpekļa uzkrājumu augsnes dziļākajos slāņos ieguvuši Berber *et al.* (2015) Turcijā un Plaza-Álvarez *et al.* (2017) Spānijā. Tajā pašā laikā Kanādā un ASV veiktie pētījumi (piemēram, Smith *et al.*, 2000; Parker *et al.*, 2001) apliecina, ka pēc ugunsgrēkiem būtiski samazinās N un C uzkrājums tieši organiskajā augsnes virskārtā, un atšķirības no nedegušām platībām saglabājas pat 50 gadus pēc ugunsgrēka. Šajā kontekstā gan lietderīgi atzīmēt, ka, visticamāk, nozīmīga ietekme uz organiskā slāņa ķīmisko sastāvu ir arī koku sugām, ar kādām notiek platību atjaunošanās pēc degšanas.

SECINĀJUMI

Skrejuguns mezotrofā priežu audzē ietekmē gan nedzīvās zemsegas ķīmisko sastāvu, gan makroelementu uzkrājumu nedzīvajā zemsegā, turklāt vērojama vidēja termiņa (vismaz trīs gadu) ietekmes saglabāšanās pēc traucējuma.

Mezotrofā priežu audzē skrejuguns nav būtiski ietekmējusi ne augsnes minerālās virskārtas, ne dziļāko slāņu ķīmisko sastāvu.

LITERATŪRA

- Bārdule, A., Laiviņš, M., Lazdiņš, A., Bārdulis, A., and Zadiņa, M., 2017. Changes in the soil organic O layer composition after surface fire in the dry-mesic pine forest in Rucava (Latvia). *Baltic Forestry* 23(2): 490–497.
- Berber, A.S., Tavşanoğlu, Ç., and Turgay, O.C., 2015. Effects of surface fire on soil properties in a mixed chestnut-beech-pine forest in Turkey. *FLAMMA* 6(2): 78–80.
- Boerner, R.E., 1982. Fire and nutrient cycling in temperate ecosystems. *BioScience* 32(3): 187–192.
- Boerner, R.E.J., Huang, J., and Hart, S.C., 2009. Impacts of fire and fire surrogate treatments on forest soil properties: a meta-analytical approach. *Ecological Applications* 19(2): 338–358.
- Campbell, G.S., Jungbauer, J.J.D., Bristow, K.L., and Hungerford, R.D., 1995. Soil temperature and water content beneath a surface fire. *Soil Science* 159(6): 363–374.
- Certini, G., 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143(1): 1–10.
- DeBano, L., Neary, D., and Folliott, P., 1998. *Fire Effects on Ecosystems*. USA: John Wiley and Sons.
- Donis, J., Kitenberga, M., Sņepsts, G., Matisons, R., Zarins, J., and Jansons, A., 2017. The forest fire regime in Latvia during 1922–2014. *Silva Fennica* 51(5): 7746.
- Drobyshev, I., Niklasson, M., and Linderholm, H.W., 2012. Forest fire activity in Sweden: climatic controls and geographical patterns in 20th century. *Agricultural and Forest Meteorology* 154–155: 174–186.
- Elferts, D., 2013. *Praktiskā biometrija. Piemēri darbā ar programmu R*. Rīga: 101 lpp.
- González-Pérez, J.A., González-Vila, F.J., Almendro, G., and Knicker, H., 2004. The effect of fire on soil organic matter – a review. *Environment International* 30: 855–870.
- Granström, A., 2001. Fire management for biodiversity in the European boreal forest. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16(sup003): 62–69.
- Granström, A., and Niklasson, M., 2008. Potentials and limitations for human control over historic fire regimes in the boreal forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 363(1501): 2353–2358.
- Jogiste, K., Korjus, H., Stanturf, J.A., Frelich, L.E., Baders, E., Donis, J., Jansons, A., Kangur, A., Köster, K., Laarmann, D., Maaten, T., Marozas, V., Metslaid, M., Nigul, K., Polyachenko, O., Randveer, T., and Vodde, F., 2017. Hemiboreal forest: natural disturbances and the importance of ecosystem legacies to management. *Ecosphere* 8(2): 1–20.
- Johnson, D.W., and Curtis, P.S., 2001. Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management* 140: 227–238.
- Kārklīņš, A., Gemste, I., Mežals, H., Nikodemus, O., un Skujāns, R., 2009. *Latvijas augšņu noteicējs*. Jelgava: LLU, 240 lpp.

- Laiviņš, M., and Rūsiņa, S., 2007. The dynamics of pine forest vegetation as an indicator of climate change and eutrophication in the Integrated Monitoring station in Latvia. In: Kļaviņš, M. (ed.) *Climate change in Latvia*. Riga: University of Latvia, pp. 154–172.
- Laiviņš, M., Rūsiņa, S., Frolova, M., and Lyulko, I., 2007. Pine forest vegetation dynamics at ICP IM sites in Latvia. *The Finnish Environment* 26: 37–56.
- Murphy, J.D., Johnson, D.W., and Walker, W.W., 2006. Wildfire effects on soil nutrients and leaching in a Tahoe Basin Watershed. *Journal of Environmental Quality* 35: 479–489.
- Near, D.G., Klopatek, C.C., and DeBano, L.F., 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management* 122: 51–71.
- Near, D.G., Ryan, K.C., and DeBano, L.F., 2005. *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water*. USA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Niklasson, M., and Drakenberg, B., 2001. A 600-year tree-ring fire history from Norra Kivills National Park, southern Sweden: implications for conservation strategies in the hemiboreal zone. *Biological Conservation* 101(1): 63–71.
- Parker, J.L., Fernandez, I.J., Rustad, L.E., and Norton, S.A., 2001. Effects of nitrogen enrichment, wildfire, and harvesting on forest soil carbon and nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 65: 1248–1255.
- Plaza-Álvarez, P.A., Lucas-Borja, M.E., Sagra, J., Moya, D., Fontúrbel, T., and de las Heras, J., 2017. Soil respiration changes after prescribed fires in Spanish black pine (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*) monospecific and mixed forest stands. *Forests* 8: 248.
- Saliņš, Z., 1999. *Meža izmantošana Latvijā*. Jelgava: LLU Meža izmantošanas katedra, 270 lpp.
- Smith, C.K., Coyea, M.R., and Munson, A.D., 2000. Soil carbon, nitrogen and phosphorus stocks and dynamics under disturbed black spruce forests. *Ecological Applications* 10: 775–788.
- Turner, M.G., and Romme, W.H., 1994. Landscape dynamics in crown fire ecosystems. *Landscape Ecology* 9(1): 59–77.
- Wikars, L.O., and Schimmel, J., 2001. Immediate effects of fire-severity on soil invertebrates in cut and uncut pine forests. *Forest Ecology and Management* 141(3): 189–200.

*Summary*THE IMPACT OF SURFACE FIRE ON CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL
IN MESOTROPHIC PINE FOREST

Zane Lībiete, Arta Bārdule, Andis Bārdulis and Andis Lazdiņš

Forest fires in hemiboreal and boreal region are an important factor affecting both landscape in general and individual parameters of the forest ecosystems, including physical and chemical properties of the soil, runoff characteristics, and biodiversity at macrobiological and microbiological level. The character and magnitude of the impact depends on various factors and their combinations, including fire intensity, ecosystem type, moisture regime, soil properties etc. The impact of surface fire on the chemical properties of O horizon and mineral soil was studied in the International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems (ICP IM) object located in the south-western part of Latvia, in mesotrophic pine forest, *Myrtillosa* site type. In 2014, one of three sampling plots established there burned, and soil was sampled twice (in 2014 and 2017) both in the burned plot and both unaffected (control) plots, to determine the differences of the macroelement stocks. The surface fire had significant impact on the chemical properties of the organic layer, but no significant impact was detected in the mineral soil.

Key words: surface fire, mesotrophic pine forest, soil properties, C and N stock.