

LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES  
INSTITŪTS «SILAVA»

LATVIJAS VEĢETĀCIJA

**28**

SALASPILS 2018

*Latvijas Veģetācija* 28, 2018

*Redaktori*

Māris Laiviņš, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”  
Agnese Priede, Dabas aizsardzības pārvalde

*Redkolēģija*

Baiba Bambe, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”  
Gunta Čekstere, Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts  
Pēteris Evarts-Bunders, Daugavpils Universitātes Dzīvības zinātņu un Tehnoloģiju institūts  
Āris Jansons, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”  
Dace Kļaviņa, VZI APP Nacionālais Botāniskais dārzs  
Anna Mežaka, Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas Reģionalistikas zinātniskais institūts  
Solvita Rūsiņa, Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte  
Līga Strazdiņa, Latvijas Universitātes Botāniskais dārzs

*Tehniskā redaktore, datorsalikums*

Ilva Konstantinova, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

Žurnāla raksti ir recenzēti.

Iesniegtos rakstus pirms publicēšanas izvērtē redaktors un anonīmi recenzenti.  
*Before accepting and publishing papers in this journal the articles are reviewed  
by the editor and anonymous reviewers.*

ISSN 1407-3641

© Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

Žurnāls elektroniskā formā lasāms interneta vietnēs  
[www.silava.lv](http://www.silava.lv) un [www.botany.lv](http://www.botany.lv)

SATURS  
Table of content

	Lpp. / Page
Gunta Čekstere, Anita Osvalde, Vilnis Nollendorfs, Jolanta Pormale, Andis Karlsons, Guntars Šnepsts, Pēteris Zālītis, Gunta Dudele, Līga Jankevica, Sandra Minova, Māris Laiviņš <b>Egles stādījumi nesekmīgi apmežotās augsnēs: mēslošanas eksperiments ar kālija magnēziju</b> <i>Norway spruce plantings on low-fertility forest soils: fertilization experiment with potassium magnesium sulfate</i>	5
Solvita Rūsiņa, Dāvis Bahmanis, Dace Sāmīte, Baiba Galniece <b>Meža cūku rakumu un to nolīdzināšanas ietekme uz sauso zālāju augu sugu daudzveidību</b> <i>The influence of smoothing of wild boar rooted dry grassland on regeneration of plant species diversity and vegetation</i>	35
Līga Strazdiņa <b>Epifītiskās sūnas un ķērpji parastā skābarža <i>Carpinus betulus</i> mežos Latvijā</b> <i>Epiphytic bryophytes and lichens in the European hornbeam <i>Carpinus betulus</i> L. forests in Latvia</i>	59
Linda Gerra-Inohosa <b>Saistība starp epifītu daudzveidību un koku sugu mežaudzēs ar parasto osi <i>Fraxinus excelsior</i></b> <i>Relationship between epiphyte diversity and tree species in forest stands with <i>Fraxinus excelsior</i></i>	75
Gunta Evarte-Bundere, Pēteris Evarts-Bunders, Uvis Suško <b>Jaunas reto un aizsargājamo vaskulāro augu sugu atradnes aizsargājamo ainavu apvidū “Augšzeme”</b> <i>New localities of rare, protected plant species in Augšzeme Protected Landscape Area</i>	87

Māris Laiviņš, Gunta Čekstere 103  
**Augtenes hipereitrofikācija jūras kraukļu *Phalacrocorax carbo* koloniju  
dzīvotnēs Kaņiera ezera Ābeļu un Egļu salās**  
*Habitat hypereutrophication in Great cormorant *Phalacrocorax carbo* colonies  
in the Ābeļu and Egļu isles of Lake Kaņieris*

**Īsi ziņojumi** 121

Solvita Rūsiņa, Rūta Sniedze-Kretalova, Lauma Gustiņa, Inese Silamiķele  
**Atskats uz 14. starptautisko Eirāzijas zālāju konferenci “Dabiskie zālāji  
pāri robežām”**

## EGLES STĀDĪJUMI NESEKMĪGI APMEŽOTĀS AUGSNĒS: MĒSLOŠANAS EKSPERIMENTS AR KĀLIJA MAGNĒZIJU

**Gunta Čekstere<sup>1</sup>, Anita Osvalde<sup>1</sup>, Vilnis Nollendorfs<sup>1</sup>, Jolanta Pormale<sup>1</sup>,  
Andis Karlsons<sup>1</sup>, Guntars Šnepsts<sup>2</sup>, Pēteris Zālītis<sup>2</sup>, Gunta Dudele<sup>3</sup>,  
Līga Jankevica<sup>4</sup>, Sandra Minova<sup>4</sup> un Māris Laiviņš<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Augu minerālās barošanās laboratorija, E-pasts: gunta.cekstere@lu.lv

<sup>2</sup> Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"

<sup>3</sup> a/s "Latvijas valsts meži"

<sup>4</sup> Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Eksperimentālās entomoloģijas un mikrobioloģijas laboratorija

Piemērota mēslošanas līdzekļa izvēle, kas balstās uz kompleksu problēmterritorijas analītisko izpēti, veicot atbilstošas augsnes un augu analīzes, ir būtiska degradētu egļu audžu vitalitātes un produktivitātes nodrošināšanai. Pētījuma mērķis bija noskaidrot kālija magnēzija ietekmi uz egles mežaudzi kūdras augsnē: (1) egles augšanas intensitāti un produktivitāti, (2) indivīdu veselības stāvokli, (3) zemsedes vaskulāro augu un sūnu sugu sastāva pārmaiņas, (4) barības elementu uzkrāšanos sistēmā augsne-augi.

Divas eksperimentālo parauglūkumu sērijas iekārtotas 2007. gadā. Pirmā parauglūkumu sērija iekārtota Valkā un Kalsnavā mēslošanas ietekmes vērtējumam jauno egļu stādījumos (egles iestādītas 2008. gadā). Otrā parauglūkumu sērija iekārtota Kalsnavā, lai novērtētu mēslošanas ietekmi uz egļu audzes (egles stādītas 1989. gadā) attīstību un ražību. Rezultāti parādīja, ka 2007.–2008. gada egļu stādījumu mēslošana ar kālija magnēziju ir būtiski uzlabojusi minerālās barošanās nodrošinājumu ne tikai ar K, bet arī ar Ca, Zn un N. Pēc mēslošanas ir būtiski uzlabojusies koku vainagu vitalitāte, un palielinājusies egļu ražība. Mēslošanas efekts ir konstatēts visā pētījuma periodā (2008.–2016. gadā). Ar kālija magnēziju mēslotajos 2008. gada stādījumos egles 2016. gadā bija 2,9 reizes augstākas, stumbra caurmērs pie sakņu kakla bija 2,0 reizes lielāks, salīdzinot ar nemēsloto egļu stādījumiem. Savukārt 1989. gada mēslotajos stādījumos attiecīgi 2016. gadā egles bija 1,4 reizes augstākas, 1,3 reizes lielāks stumbra caurmērs (1,3 m augstumā), 3,5 reizes platākas gadskārtas un 2,8 reizes lielāka koksnes krāja, salīdzinot ar kontroles variantu. Mēslošana ar kālija magnēziju nav būtiski ietekmējusi celulozi noārdošo mikroorganismu daudzumu augsnē, bet nozīmīgi ir palielinājuši baktēriju un mikroskopisko sēņu apjomu. Nitrofilo augu (lielās nātres *Urtica dioica*, meža suņburkšķa *Antriscus sylvestris*, meža *avenes* *Rubus idaeus*) un sūnu (smailās skrajlāpes *Plagiomnium cuspidatum*, dumbra skrajlāpes *P. ellipticum*) sugu seguma pieaugums mēslotajos parauglūkos liecina par bioloģiski aktīvā slāpekļa un barības vielu aprites aktivitātes palielināšanos augtenē.

Raksturvārdi: *Picea abies*, barības elementi, *Myrtillosa turf. mel.*, audzes ražība, audzes vitalitāte, sugu sastāva dinamika.

### IEVADS

Viena no saimnieciski izplatītākajām koku sugām, kas tiek plaši izmantota nosusinātu meža zemju apmežošanā kūdras augsnēs Latvijā un arī citos boreonemorālā klimata reģionos, ir parastā egle *Picea abies* (L.) Karst. (Zālītis, 2006). Latvijā parasti egli, kā mērķa sugu, nosusinātās mezoeitrofās un eitrofās kūdras augsnēs (*Myrtillosa turf. mel.*, *Oxalidosa turf. mel.*) pašlaik audzē aptuveni 37 tūkstošos hektāru (7 % no egles audžu kopapjoma) lielā platībā (Valsts meža dienests, 2016), ar egli apmežo arī nosusinātos zemos purvus un pārmitrās pļavas, kuru platība pašlaik pārsniedz 20 tūkstošus hektāru (Zālītis & Lībiete, 2005; Lībiete & Zālītis, 2007).

Latvijā egles stādījumiem kūdras augsnēs nosusinātos zemajos purvos un grīšļū

plāvās daudzviet ir zema ražība un vitalitāte, nereti stādījumi iznīkst. Pēc pētnieku atzinuma egles stādījumu nepietiekamā vitalitāte un nereti arī to destrukcija, ir cieši saistīta ar barības vielu attiecībām un daudzumu augsnē (Moilanen *et al.*, 2010), sevišķi ar kālija nodrošinājumu, kas bieži vien kūdras augsnēs augiem ir nepietiekamā daudzumā (Laiho & Laine, 1995; Hoosbeek *et al.*, 2002). Kālija limitējošā loma mežaudžu (egles audžu) produktivitātē kūdras augsnēs konstatēta pētījumos Somijā (Finér, 1989; Sarkkola *et al.*, 2016), Kanādā (Caisse *et al.*, 2008), tā arī Latvijā (Zālītis, 1991; Zālītis & Lībiete, 2004). Dažādos pētījumos ir konstatēts arī citu barības elementu, piemēram, bora deficīts jeb pazemināts saturs (Möttönen *et al.*, 2005). Augu apgāde ar barības elementiem ir ļoti svarīgs faktors, jo pietiekams barības elementu nodrošinājums veicina ne tikai koku pieaugumu, bet arī toleranci pret slimībām un dažādiem stresa apstākļiem, tieši ietekmējot stādījumu vitalitāti un produktivitāti. Lai objektīvi izvērtētu augu nodrošinājumu ar barības elementiem, svarīgi ir veikt kompleksu diagnostiku, kas sevī ietver vienlaicīgu konkrētās vietas apstākļu – stādījuma augsnes un augu agroķīmisko izpēti. Ne mazāk svarīga ir augšņu ķīmisko analīžu veikšanai pielietotā metode un interpretācija, kas ļauj noteikt ne tikai barības elementu koncentrāciju, bet arī to attiecības.

Egļu audžu mēslošanai kūdras augsnēs parasti izmanto koksnes pelnus un ķīmiski sintezētos kālija mēslošanas līdzekļus kā KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, u. c. (Finér, 1989; Zālītis, 1991; Saarsalmi & Tamminen, 2005; Klavina *et al.*, 2016a; Lībiete *et al.*, 2016; Okmanis *et al.*, 2016). Nav datu par dabiskas minerālas izcelsmes kāliju saturoša mēslošanas līdzekļa kālija magnēzija (patentkālija, Langbeinite) integrētu ietekmi uz barības elementu nodrošinājumu dažāda vecuma un dažādas izcelsmes egļu audzēs. Trūkst informācijas par šī mēslošanas līdzekļa pielietojuma efektivitāti saistībā ar audzes produktivitāti, kā arī ilgtermiņa ietekmi uz ekosistēmu kopumā nosusinātā kūdras augsnē klimata izmaiņu kontekstā boreo-nemorālajā klimata zonā mūsdienās. Kālija magnēzijs ir neitrāls (pH ≈ 7), nodrošina augiem viegli pieejamu kālija, magnija un sēra daudzumu, kālija magnēzija izmantošana ir atļauta bioloģiskajā lauksaimniecībā.

Pētījuma mērķis bija noskaidrot kālija magnēzija ietekmi uz egles mežaudzi kūdras augsnē: (1) egļu augšanas intensitāti un produktivitāti, (2) indivīdu veselības stāvokli, (3) zemsedzes vaskulāro augu un sūnu sugu sastāva pārmaiņām un (4) barības elementu uzkrāšanos sistēmā augsne-augi.

## MATERIĀLS UN METODES

### *Eksperimentālie parauglaukumi*

Kālija magnēzija mēslošanas ietekmes vērtējumam uz egles augšanu 2007. gadā iekārtotas divas eksperimentālo parauglaukumu sērijas. Pirmā parauglaukumu sērija iekārtota Valkā un Kalsnavā mēslošanas ietekmes vērtējumam uz jauno egļu stādījumiem. Otrā parauglaukumu sērija iekārtota Kalsnavā, bijušajā plāvā, lai novērtētu mēslošanas ietekmi uz 18 gadus vecas egles jaunaudzes (egles stādītas 1989. gadā) attīstību un ražību.

**Pirmā eksperimenta mērķis** bija novērtēt kālija magnēzija ietekmi uz egles stādījumu augšanu nosusinātā kūdras augsnē. Kūdras slāņa biezums >1 m, kūdras humifikācijas pakāpe pēc Posta skalas 0–0,05 m un 0,05–0,20 m dziļumā – H3–H8, 0,20–0,30 m dziļumā – H4–H8. Eksperimentālie parauglaukumi iekārtoti 2007. gadā Valkā (57°41'N, 26°09'E) un Kalsnavā (56°40'N, 25°50'E) šaurlapju kūdrenī (*Myrtillosa turf. mel.*), kur egles bija stādītas pirms 25 gadiem (1982. gadā), 95 % no tām 2007. gadā bija nokaltušas un stādījumu vietā bija izveidojušies purva bērza un egles retaine.

Pirms mēslošanas eksperimenta ierīkošanas 2007. gada augustā Valkā un Kalsnavā tika nocirsti un nozāģēti visi krūmi un koki, kas pēc tam iznesti ārpus parauglaukumiem vismaz 20 m attālumā. Katrā vietā iekārtoti divi 100 m<sup>2</sup> lieli parauglaukumi – vienā no tiem ir stādītas jaunās egles bez kālija magnēzija mēslojuma (kontroles parauglaukums), otrs – egles stādījumi ar kālija magnēzija mēslojumu. Katrā eksperimentālajā laukumā 2008. gada aprīlī iestādīti 30 viengadīgi parastās egles stādi, kuru vidējais garums 20 cm. Egles stādi izaudzēti kūdras substrātā a/s “Latvijas valsts meži” kokaudzētavā “Strenči”. Stādījuma shēma: 1,5 × 2,0 m jeb 3000 stādi ha<sup>-1</sup>. Egļu stādu skuju ķīmiskais sastāvs pirms stādīšanas bija: N – 1,20 %, P – 0,26 %, K – 1,00 %, Ca – 0,47 %, Mg – 0,19 %, S – 0,08 %, Fe – 220 mg kg<sup>-1</sup>, Mn – 134 mg kg<sup>-1</sup>, Zn – 36 mg kg<sup>-1</sup>, Cu – 5,0 mg kg<sup>-1</sup>, Mo – 1,2 mg kg<sup>-1</sup> un B – 23,0 mg kg<sup>-1</sup>.

Kalsnavā 2014. gadā pētījumi egles stādījumos bija jāpārtrauc, jo ilgstošas applūšanas ietekmē (bebru aizsprosti tuvējā novadgrāvī) egles stādījumi iznīka.

**Otrā eksperimenta mērķis** bija novērtēt kālija magnēzija ietekmi uz 18 gadus vecas egļu jaunaudzēs veselības stāvokli, attīstību un ražību. Līdzīgi kā pirmajā eksperimentā, 2007. gadā tika ierīkoti divi 100 m<sup>2</sup> lieli parauglaukumi (kontrolē jeb nemēslojums un mēslojums variants) 18 gadus vecā egles jaunaudzē (stādīta 1989. gadā) Kalsnavā (56°40'N, 25°50'E) šaurlapju kūdrenī (*Myrtillosa turf. mel.*). Koku biezums 1989. gadā bija 5000 indivīdi ha<sup>-1</sup>, bet eksperimenta uzsākšanas brīdī – 2007. gadā – 1500 indivīdi ha<sup>-1</sup>.

### *Mēslošanas devas*

2007. gada septembrī abu eksperimentu mēslošanai paredzētajos parauglaukumos izkaisīts kālija magnēzijs – 100 g m<sup>-2</sup>, bet pēc tam nākamā gada pavasarī (2008. gada aprīlis) atkārtoti – 50 g m<sup>-2</sup>. Kālija magnēzija (K – 24,9 %, Mg – 6,0 % un S – 17,0 %) devas aprēķinātas, pamatojoties uz 2007. gada egles skuju un augsnes analīžu datiem, kas iegūti pirms eksperimentu ierīkošanas.

### *Stādījumu agrotehniskā kopšana, augu un augsnes paraugu ievākšana*

Lakstaugu pļaušana veikta tikai pirmā eksperimenta parauglaukumos četras reizes 2008. gadā un divas reizes 2009., 2010. un 2011. gadā, nopļautos augus atstājot parauglaukumā. Augsnes paraugu ievākšana veikta pirms abu eksperimentu ierīkošanas 2007. gada augustā, tad 2008. gada aprīlī, kā arī 2010., 2012., 2014. un 2016. gada septembrī. Katrā kontrolē jeb nemēslotajā un mēslotajā parauglaukumā izvēlētas

piecas randomizētā kārtībā augošas jaunās egles, kuru vainaga projekcijas zonā 1–20 cm dziļumā trīs atkārtojumos tika ievākti augsnes paraugi, no kuriem izveidots katram kokam atbilstošs vidējais paraugs. Augsnes paraugi ievietoti plastmasas maisiņos un nogādāti laboratorijā. Vienlaicīgi ar augsnes paraugu ievākšanu paņemti atbilstošās egles skuju paraugi ķīmiskām analizēm no iepriekš atlasīto piecu koku tekošā gada dzinumiem.

2012. un 2016. gada jūlijā un septembrī Valkā un 2012. gada jūlijā un septembrī Kalsnavā no abu eksperimentu katra parauglaukuma 1–10 cm dziļumā ievākti četri augsnes paraugi kultivējamo augsnes mikroorganismu kvantitatīvai analīzei. Paraugi ievietoti sterilos plastmasas maisiņos (*Nasco WHIRL-PAK*) un nogādāti laboratorijā, kur uzglabāti +4°C temperatūrā līdz mikrobioloģisko analīžu veikšanai. No katra parauglaukuma ievāktie atsevišķie paraugi apvienoti un analizēti kā viens paraugs ar četriem atkārtojumiem.

### *Egles audžu taksācija*

Iestādītajām pirmā eksperimenta jaunajām eglēm 2008., 2012., 2016. gada oktobrī izmērīts augstums un stumbra caurmērs pie sakņu kakla. Savukārt otrajā eksperimentā eglēm minētajos gados mērīts augstums un stumbra caurmērs 1,3 m augstumā. 2016. gada oktobrī no visām augošajām eglēm ar Preslera svārpstu iegūti koksnes paraugi radiālā pieauguma noteikšanai. Radiālā pieauguma mērīšana veikta, izmantojot iekārtu *LNTAB IV*, Latvijas Valsts mežzinātnes institūtā “Silava”. Datu pirmapstrādei izmantota datorprogramma *TSAP WIN Scientific 0.55*. Krājas aprēķināšanai izmantota I. Liepas atsevišķa koka tilpuma formula (Liepa, 1996), ņemot vērā koku skaitu, koku vidējo augstumu un vidējo kvadrātisko caurmēru:

$$V = 2,3106 \cdot 10^{-4} \cdot H_g^{0,78193} \cdot D_g^{0,34175 \cdot \lg H_g + 1,18811} \cdot N,$$

kur

$M$  – mežaudzes krāja, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>;

$H_g$  – mežaudzes vidējais augstums, m;

$D_g$  – mežaudzes vidējais krūšaugstuma caurmērs, cm;

$N$  – mežaudzes koku skaits, ha<sup>-1</sup>.

### *Vainaga stāvokļa vērtējums*

Egles vainagu stāvoklis noteikts visos pirmā un otrā eksperimenta parauglaukumos 2012. un 2016. gada oktobrī, atbilstoši Meža monitoringa vadlīnijām (UN/ECE, 2006; Schomaker *et al.*, 2007). Pēc Meža monitoringa metodikas novērtēti trīs egļu vainaga parametri: vainaga atmirums, vainaga kopējā defoliācija un vainaga dehromācija (Anon., 2000; Schomaker *et al.*, 2007).

*Vainaga atmirums* jeb sauso zaru daudzums raksturo vainaga atmiršanas pakāpi. Sauso zaru daudzums vērtēts vainaga augšējā un vainaga vidusdaļā.

*Vainaga defoliācija* ir integrāls vainaga stāvokļa vērtējums, ko nosaka pēc skuju zuduma vainagā, ņemot vērā arī vainaga blīvuma un atmiruma rādītājus.

*Vainaga dehromācija* ir no vainaga kopējā skuju apjoma iekrāsoto skuju daudzums, kas



norāda uz vides stresa faktoru ietekmi, galvenokārt uz barošanās apstākļu nelīdzsvarotību. Vainaga stāvokļa rādītāji novērtēti pēc acumēra procentos ar 5 % intervālu.

### *Veģētācijas uzskaitē un Ellenberga ekoloģisko faktoru vērtības*

Pirms eksperimentu ierīkošanas 2007. gada augustā un pēc tam 2012. un 2016. gada jūlijā visos parauglaukumos uzskaitītas visas koku ( $E_3$ ), krūmu ( $E_2$ ), lakstaugu ( $E_1$ ) un sūnu ( $E_0$ ) stāva sugas. Pēc acumēra procentos novērtēts katra mežaudzes stāva, kā arī katra stāva sugu projektīvais segums (Dierschke, 1994). Pamatojoties uz sugu ekoloģisko faktoru (apgaismojums, siltuma apstākļi un klimata kontinentalitāte, augsnes mitrums, skābums un aktīvā slāpekļa daudzums) Ellenberga vērtību skaitļiem (Ellenberg *et al.*, 1992), aprēķināti augtēnes ekoloģisko apstākļu parametri parauglaukumos.

### *Augu un augsnes ķīmiskās analīzes*

Augsnes un egļu skuju paraugu ķīmiskās analīzes veiktas Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Augu minerālās barošanās laboratorijā. Augsnes paraugi žāvēti divas dienas  $+35^{\circ}\text{C}$  temperatūrā, pēc tam izsijāti caur 2<sub>3</sub>mm sietu. Skuju paraugi noskaloti ar destilētu ūdeni, izžāvēti  $+60^{\circ}\text{C}$  temperatūrā un samalti, iegūstot viendabīgu skuju vidējo paraugu.

Augsnes izvilkums N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B un Mo noteikšanai iegūts, augsni ekstrahējot ar 1 M HCl šķīdumu. Tajā pāriet ne tikai viegli uzņemamais, bet arī veģētācijas perioda laikā potenciāli pieejamais barības elementu daudzums (Osvalde, 1996). Šī metode sekmīgi izmantota arī citu kokaugu minerālās barošanās pētījumos (Čekstere & Osvalde, 2013; Čekstere *et al.*, 2016). Augsnes un 1 M HCl tilpumattiecība bija 1:5. P, S un Mo noteikšanai augsnes izvilkums tika oksidēts, izmantojot  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  un  $\text{HClO}_4$ , iegūtie sāļi izšķīdināti HCl un destilētā ūdenī (Ринькис и др., 1987). Augsnes reakcijas (pH) noteikšanai izmantots 1 M KCl augsnes izvilkums. Augsnes un 1 M KCl tilpumattiecība bija 1:2,5. Augsnes elektrovadītspējas noteikšanai iegūts destilēta ūdens izvilkums; augsnes un destilētā ūdens tilpumattiecība 1:5.

P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu un Mo noteikšanai egļu skuju paraugos izmantota sausā pārpelnošana ar  $\text{HNO}_3$  tvaikiem procesa noslēgumā, pēc tam pelni izšķīdināti atšķaidītā HCl šķīdumā (HCl un destilēta ūdens tilpumattiecība 3:100). Katra parauga iesvars – 2,50 g. N noteikšanai lapu paraugiem (iesvars – 0,20 g) veikta slapjā pārpelnošana ar koncentrētu  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , procesa noslēgumā atšķaidot ar destilētu ūdeni, S (iesvars – 0,20 g) – ar koncentrētu  $\text{HNO}_3$ . Savukārt B noteikšanai skujās paraugiem (iesvars – 0,50 g) veikta sausā pārpelnošana ar  $\text{HNO}_3$  tvaikiem procesa noslēgumā (Ринькис и др., 1987).

Ca, Mg, Fe, Cu, Zn un Mn koncentrācija augsnes un skuju paraugos noteikta, izmantojot atomabsorbcijas spektrofotometru *Perkin Elmer AAnalyst 700* acetilēnagaisa liesmā (Page *et al.* (ed.), 1982; Analytical Methods..., 2000). K analizēts ar liesmas fotometru (*JENWAY PFPJ*). N, P, B un Mo analizēts kolorimetriski, S – turbidimetriski, izmantojot spektrofotometru (*JENWAY 6300*); N augos – ar modificēto Kjeldāla metodi,

bet N augsnes izvilkumā (minerālais  $(\text{NH}_4+\text{NO}_3)$  + organiskais un minerālais) – ar Neslera reaģentu sārmainā vidē. P analizēts ar amonija molibdātu skābā reducētā vidē; B – ar hinalizarīnu sērskābā vidē; Mo – ar rodanīdu skābā (reducētā) vidē; S – ar  $\text{BaCl}_2$ . Augsnes elektrovadītspēja noteikta, izmantojot konduktometru *Hanna EC 215*, augsnes reakcija – izmantojot pH-metru *Sartorius PB-20*. Organiskās vielas saturs augsnē noteikts pēc Tjurina metodes (Ринькис и др., 1987). Kopējais augsnes mitrums noteikts augsnes paraugos pēc 24 stundu žāvēšanas  $+105^\circ\text{C}$  temperatūrā. Paraugu analīzes veiktas trīs atkārtojumos.

### *Augsnes mikrobioloģiskās analīzes*

Analīzes veiktas Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Eksperimentālās entomoloģijas un mikrobioloģijas laboratorijā. Kultivējamo baktēriju un mikroskopisko sēņu daudzumu noteica, tās attiecīgi uzsējot uz peptona – rauga ekstrakta barotnes (*NA "Biolife"*, Itālija) un Bengālijas agara ar hloramfenikolu (*Laboratorios Conda*, Spānija). 10 g augsnes parauga ievietoja 250 ml kolbā ar 90 ml sterila destilētā ūdens un 30 minūtes kratīja automātiskajā kratītājā (Alef & Nannipieri, 1998). Tika sagatavoti desmitkārtēji atšķaidījumi un inokulēti Petri traukos ar barotnēm. Baktērijas un mikroskopiskās sēnes inkubētas  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  temperatūrā, attiecīgi  $72 \pm 4$  un  $120 \pm 4$  stundas. Pēc inkubācijas uzskaitītas koloniju veidojošās vienības (KVV) un aprēķinās to daudzums uz 1 g sausas augsnes. Lai salīdzinātu augsnes paraugus, aprēķināta sēņu/baktēriju daudzuma attiecība.

Izmantojot I. Zaharova (Захаров, 1978) ieteikto metodi, novērtēta celulozi noārdošo miroorganismu sastopamība, mikroskopisko sēņu un baktēriju izdalīšanai attiecīgi izmantota Častuhina un Kadota barotne. Barotnes salēja Petri traukos un pārklāja ar sterilu filtrpapīru ( $\varnothing 70$  mm). Augsni samitrināja ar sterilu ūdeni un izveidoja nelielas augsnes piciņas. Katrā Petri traukā ar pinceti ievietoja 25 augsnes piciņas. Katram variantam veikti 10 atkārtojumi. Petri trauki tika inkubēti 10–14 dienas  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  temperatūrā. Rezultātus izteica procentos – apaugušo piciņu skaits/ $25 \cdot 100$  %.

### *Datu statistiskās apstrādes metodes*

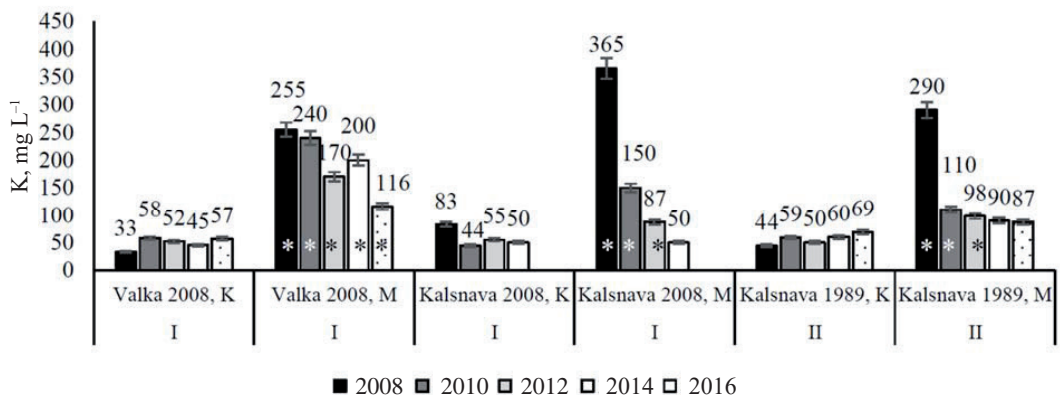
Rezultātu statistiskajai analīzei izmantotas šādas datorprogrammas: *R-Studio*, *R 2.14.1*, *PC-ORD*, *version 5*. Vidējo rezultātu atspoguļošanai un analīzei katram pētījuma parauglaukumam aprēķinātas standartkļūdas (SE), bet izmaiņu statistiskai analīzei izmantots Stjūdenta tests (*t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variance*). Koku gadskārtējā pieauguma un koksnes krājas apjoms aprēķināts pēc I. Liepas (Liepa, 1996). Vainaga parametru variācijas būtiskums starp egļu vainagu parametriem nemēsloātā un mēsloātā variantā Valkā un Kalsnavā novērtēts ar *t-test* metodi *Two-Sample Assuming Unequal Variances*. Eksperimentālo parauglaukumu sugu sastāva objektīvu izmaiņu analīzei lietota detrendētās korespondentanalīzes sukcesijas vektoru interpretācija (DCA) un datorprogramma *PC-ORD*, *version 5* (McCune & Grace, 2002). Vides gradientu identificēšanai DCA ordinācijā izmantotas Ellenberga skaitļu vērtības, kas aprēķinātas katram parauglaukumam, pamatojoties uz augu sugu projektīvā seguma datiem. Lai

novērtētu atšķirības starp sēņu un baktēriju koloniju veidojošo vienību (KVV) augsnē starp pētījuma parauglaukumiem, datiem veikta normalizēšana un analīze, izmantojot *one-way ANOVA* un *Tukey's* ticamības atšķirību testu ( $p < 0,05$ ).

## REZULTĀTI

### Barības elementu dinamika augsnē

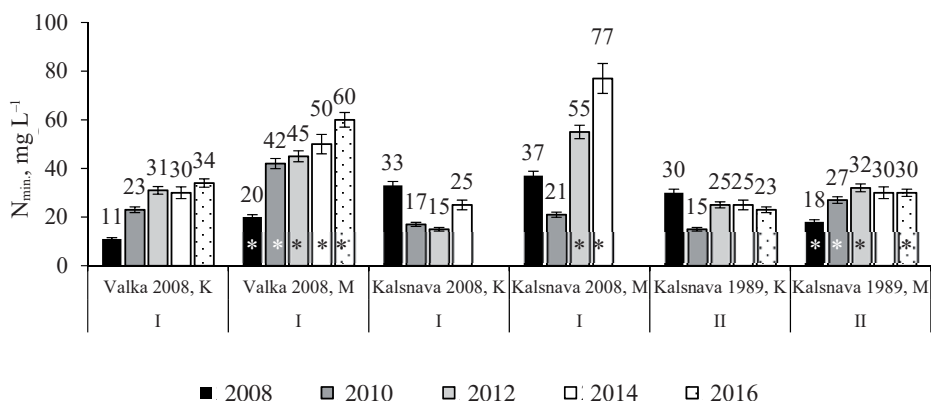
Konstatēta būtiska pozitīva mēslošanas ietekme uz K nodrošinājumu augsnē visās eksperimentālajās vietās (1. att.). Lai gan K koncentrācija augsnē samazinājās laika periodā no 2008. gada, kad tika veikta mēslošana, līdz 2016. gadam, tomēr saglabājot statistiski būtisku atšķirību pirmā eksperimenta Valkas parauglaukumos un otrā eksperimenta Kalsnavas parauglaukumos. Turpretim pretēja tendence konstatēta minerālā N gadījumā – tā koncentrācija augsnē būtiski pieauga attiecīgajā laika posmā pirmā eksperimenta mēslotajos parauglaukumos Valkā un Kalsnavā (2. att.). Būtiski augstāka S koncentrācija, salīdzinot ar kontroles variantu, bija galvenokārt raksturīga mēslotajos parauglaukumos 2008. gadā (3. att.). Mēslošana ar kālija magnēziju būtiski palielināja augiem pieejamā Mg koncentrāciju (4. att.), kā arī ietekmēja vairāku citu barības elementu koncentrāciju augsnē (1. tab.): konstatēts augstāks  $N_{kop}$  saturs abos veiktajos mēslošanas eksperimentos, P – pirmajā mēslošanas eksperimentā 2008. gada stādījumā Valkā, kā arī Ca koncentrācijas samazināšanās augsnē pēc mēslošanas ar kālija magnēziju otrā eksperimenta jeb 1989. gada eglu stādījuma mēslotajā parauglaukumā. Lai gan pētījumā konstatēta būtiski augstāka Mg un Ca koncentrācija augsnē mēslotajos parauglaukumos, tomēr augsnes reakciju mēslojums ar kālija magnēziju būtiski nav ietekmējis (1. tab.).



1. attēls. Kālija koncentrācija kūdras augsnē ( $\text{mg L}^{-1}$ , 1 M HCl izvilkumā) eglu eksperimentālajos parauglaukumos 2008.–2016. gada augustā.

Figure 1. Potassium concentration in peat soil ( $\text{mg L}^{-1}$ , in 1 M HCl extraction) at the experimental plots in August 2008–2016.

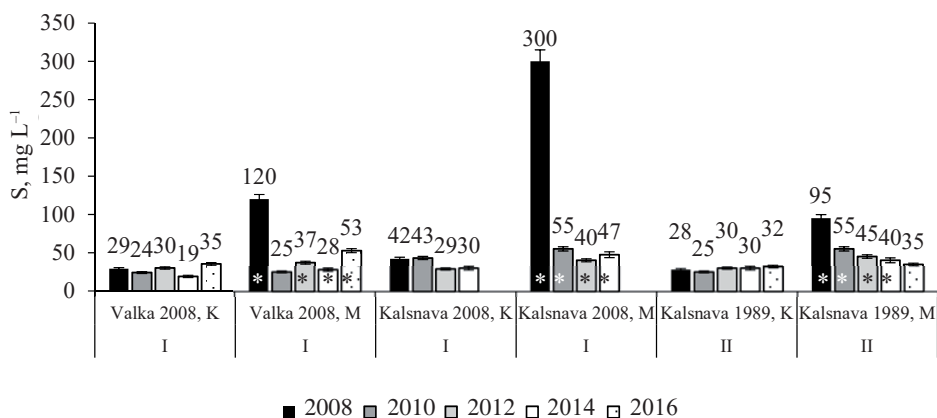
K – kontrole/control, M – mēslojums/fertilized. \* Eksperimentālajā vietā vidējie rādītāji būtiski atšķirās starp kontroli un mēslojuma parauglaukumu (*t-Test*,  $p < 0,05$ )/ \* Means were significantly different between the control and fertilized plots in the experimental site (*t-Test*,  $p < 0.05$ ).



2. attēls.  $N_{\min}$  saturs kūdras augsnē ( $\text{mg L}^{-1}$ , 1 M HCl izvilkumā) egļu eksperimentālajos parauglaukumos 2008.–2016. gada augustā.

Figure 2.  $N_{\min}$  concentration in peat soil ( $\text{mg L}^{-1}$ , in 1 M HCl extraction) in the experimental plots in August 2008–2016.

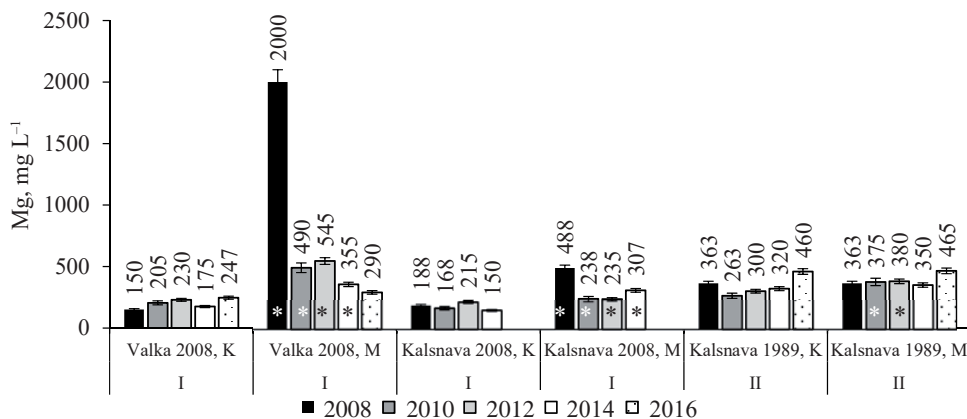
K – kontrole/control, M – mēslojs/fertilized. \* Eksperimentālajā vietā vidējie rādītāji būtiski atšķiras starp kontroli un mēsloto parauglaukumu ( $t$ -Test,  $p < 0,05$ )/ \* Means were significantly different between the control and fertilized plots in the experimental site ( $t$ -Test,  $p < 0.05$ ).



3. attēls. Sēra koncentrācija kūdras augsnē ( $\text{mg L}^{-1}$ , 1 M HCl izvilkumā) egļu eksperimentālajos parauglaukumos 2008.–2016. gada augustā.

Figure 3. Sulphur concentration in peat soil ( $\text{mg L}^{-1}$ , in 1 M HCl extraction) in the experimental plots in August 2008–2016.

K – kontrole/control, M – mēslojs/fertilized. \* Eksperimentālajā vietā vidējie rādītāji būtiski atšķiras starp kontroli un mēsloto parauglaukumu ( $t$ -Test,  $p < 0,05$ )/ \* Means were significantly different between the control and fertilized plots in the experimental site ( $t$ -Test,  $p < 0.05$ ).



4. attēls. Magnija koncentrācija kūdras augsnē (mg L<sup>-1</sup>, 1 M HCl izvilkumā) eglu eksperimentālajos parauglaukumos 2008.–2016. gada augustā.

Figure 4. Magnesium concentration in peat soil (mg L<sup>-1</sup>, in 1 M HCl extraction) in the experimental plots in August 2008–2016.

K – kontrole/control, M – mēslojums/fertilized. \* Eksperimentālajā vietā vidējie rādītāji būtiski atšķiras starp kontroli un mēslojuma parauglaukumu (*t*-Test,  $p < 0,05$ )\* Means were significantly different between the control and fertilized plots in the experimental site (*t*-Test,  $p < 0,05$ ).

1. tabula. Vidējā barības vielu koncentrācija kūdras augsnē (mg L<sup>-1</sup>, 1 M HCl izvilkumā), augsnes reakcija un elektrovadītspēja eksperimentālajos parauglaukumos

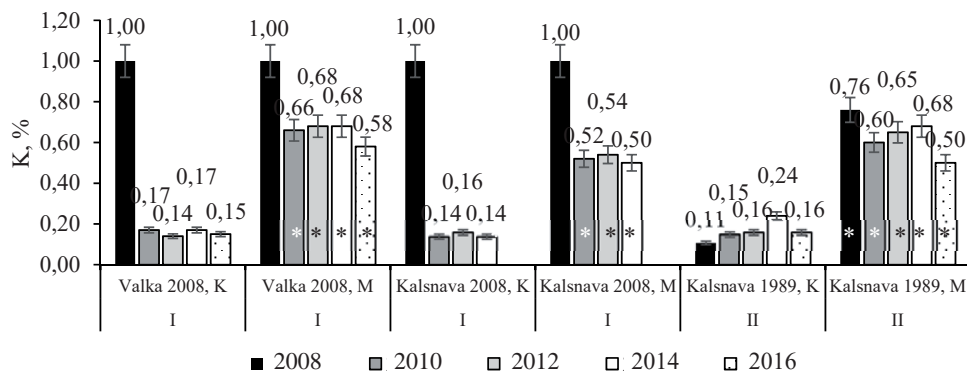
Table 1. Average nutrient concentrations in soil (mg L<sup>-1</sup>, 1 M HCl extraction), soil reaction and electrical conductivity from the spruce experimental sites

Rādītājs Parameter	Valka, 2008. g. stādījums (2008–2016) Planted in 2008		Kalsnava, 2008. g. stādījums (2008–2014) Planted in 2008		Kalsnava, 1989. g. stādījums (2008–2016) Planted in 1989	
	Kontrole Control	Mēslojums Fertilized	Kontrole Control	Mēslojums Fertilized	Kontrole Control	Mēslojums Fertilized
N <sub>tot</sub>	219 ±4 a*	273 ±48 b	183 ±38 a	267 ±32 b	201 ±19 a	214 ±20 a
P	129 ±19 a	299 ±52 b	368 ±39 a	313 ±76 a	139 ±26 a	164 ±23 a
K	49 ±5 a	196 ±25 b	53 ±4 a	246 ±151 b	56 ±4 a	135 ±39 b
Ca	5634 ±380 a	4998 ±423 a	2642 ±200 a	2924 ±491 a	4091 ±297 b	3021 ±427 a
Mg	201 ±18 a	736 ±319 b	167 ±17 a	317 ±59 b	333 ±34 a	387 ±20 b
S	29 ±3 a	54 ±18 b	39 ±5 a	111 ±63 b	30 ±2 a	54 ±11 b
Fe	13050 ±955 a	16429 ±1688 b	10190 ±1120 a	10663 ±1704 a	6620 ±848 a	6660 ±412 a
Mn	245 ±22 a	222 ±22 a	63 ±5 a	63 ±11 a	63 ±18 a	53 ±22 a
Zn	10,77 ±0,75 a	9,86 ±1,16 a	7,32 ±0,58 a	6,87 ±1,31 a	5,60 ±1,02 a	6,38 ±2,59 a
Cu	0,83 ±0,09 a	0,95 ±0,12 a	1,16 ±0,06 a	1,32 ±0,17 a	0,89 ±0,14 a	0,89 ±0,11 a
Mo	0,04 ±0,00 a	0,04 ±0,01 a	0,05 ±0,02 a	0,07 ±0,02 a	0,06 ±0,01 a	0,05 ±0,00 a
B	0,77 ±0,14 a	0,76 ±0,27 a	0,23 ±0,03 a	0,36 ±0,07 b	0,37 ±0,06 a	0,36 ±0,07 a
pH <sub>KCl</sub>	4,21 ±0,07 a	4,28 ±0,12 a	4,17 ±0,03 a	4,22 ±0,08 a	4,09 ±0,08 a	3,99 ±0,06 a
EC mS cm <sup>-1</sup>	0,43 ±0,08 a	0,46 ±0,06 a	0,29 ±0,02 a	0,64 ±0,34 a	0,42 ±0,04 a	0,51 ±0,08 a

\* Vidējie rādītāji ar dažādiem burtiem rindā bija būtiski atšķirīgi eksperimentālajā vietā (*t*-Test,  $p < 0,05$ , a < b)\* Means with different letters in a row were significantly different for experimental site (*t*-Test,  $p < 0,05$ , a < b).

## Barības elementu dinamika egļu skujās

Visos eksperimentālajos parauglaukumos, kur veikta mēslošana ar kālija magnēziju, būtiski augstāka K koncentrācija egļu skujās raksturīga līdz pat pēdējai paraugu ņemšanas reizei 2016. gadā (5. att.), kā arī kopumā augstāks Ca un Zn saturs (2. tab.). N koncentrācijas pieaugums un būtiski augstāks Fe līmenis egļu skujās bija kokiem, kas auga pirmā eksperimenta jeb 2008. gada egļu stādījumā abos mēslotajos parauglaukumos (2. tab., 6. att.). Turpretī būtiski zemāks nekā kontroles variantā bija tikai B saturs egļu skujās pirmā eksperimenta mēslotajā parauglaukumā Valkā (2. tab.). Savukārt citiem barības elementiem būtiskas atšķirības egļu skujās starp kontroli un mēsloto parauglaukumu nevienā eksperimentā netika konstatētas (2. tab.).



5. attēls. Kālija saturs (%) tekošā gada egļu skujās eksperimentālajos parauglaukumos 2008.–2016. gada augustā. 2008. g. stādījumam K saturs skujās noteikts 2008. gada aprīlī pirms stādīšanas.

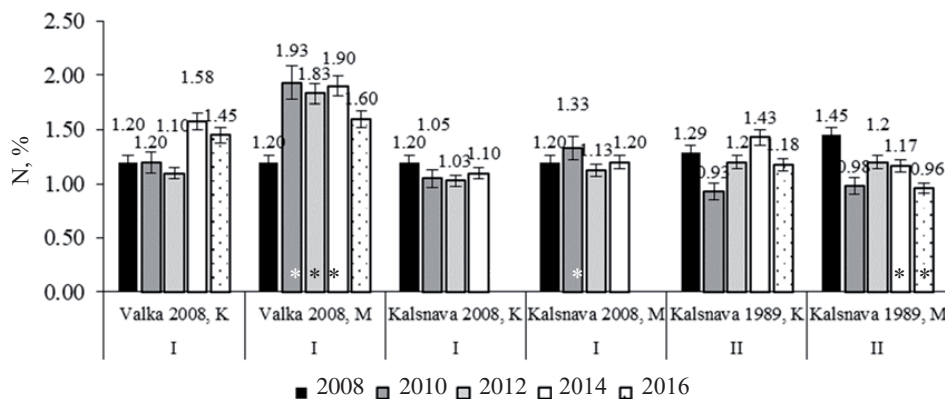
Figure 5. Potassium concentration (%) in spruce needles of current year in the experimental plots in August 2008–2016. K content in spruce needles of planting 2008 was detected in April 2008.

K – kontrole/control, M – mēslojums/fertilized. \* Eksperimentālajā vietā vidējie rādītāji būtiski atšķirās starp kontroli un mēsloto parauglaukumu (*t*-Test,  $p < 0,05$ )/\* Means were significantly different between the control and fertilized plots in the experimental site (*t*-Test,  $p < 0.05$ ).

2. tabula. Vidējā barības vielu koncentrācija tekošā gada egļu skužās eksperimentālajos parauglaukumos  
 Table 2. Average nutrient concentrations in the current year spruce needles from the experimental sites

Barības elements Nutrient	Valka, 2008. g. stādījums (2010–2016) Planted in 2008		Kalsnava, 2008. g. stādījums (2010–2014) Planted in 2008		Kalsnava, 1989. g. stādījums (2008–2016) Planted in 1989	
	Kontrole Control	Mēslojums Fertilized	Kontrole Control	Mēslojums Fertilized	Kontrole Control	Mēslojums Fertilized
N, %	1,33 ±0,11 a	1,82 ±0,08 b	1,06 ±0,02 a	1,22 ±0,06 b	1,21 ±0,08 a	1,15 ±0,09 a
P, %	0,20 ±0,01 a	0,19 ±0,01 a	0,17 ±0,01 a	0,17 ±0,03 a	0,17 ±0,01 a	0,16 ±0,02 a
K, %	0,16 ±0,01 a	0,65 ±0,02 b	0,15 ±0,01 a	0,52 ±0,01 b	0,16 ±0,02 a	0,64 ±0,04 b
Ca, %	0,35 ±0,01 a	0,44 ±0,03 b	0,29 ±0,03 a	0,40 ±0,05 b	0,34 ±0,03 a	0,45 ±0,02 b
Mg, %	0,11 ±0,02 a	0,10 ±0,02 a	0,09 ±0,01 a	0,09 ±0,01 a	0,08 ±0,00 a	0,09 ±0,01 a
S, %	0,09 ±0,01 a	0,07 ±0,01 a	0,10 ±0,01 a	0,11 ±0,01 a	0,06 ±0,01 a	0,07 ±0,01 a
Fe, mg kg <sup>-1</sup>	42,50 ±1,50 a	51,50 ±5,32 b	46,33 ±1,86 a	58,00 ±1,15 b	53,50 ±14,08 a	49,40 ±13,85 a
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	604,00 ±21,59 a	624,50 ±30,45 a	537,33 ±18,81 a	756,00 ±158,40 b	690,00 ±138,20 a	752,00 ±176,15 a
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	17,55 ±2,16 a	30,00 ±4,69 b	18,00 ±3,46 a	42,07 ±11,66 b	18,50 ±0,29 a	25,12 ±3,10 b
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	3,80 ±1,73 a	4,30 ±2,21 a	3,77 ±2,02 a	4,13 ±1,54 a	2,45 ±0,17 a	2,55 ±0,31 a
Mo, mg kg <sup>-1</sup>	0,29 ±0,06 a	0,29 ±0,05 a	0,30 ±0,10 a	0,22 ±0,02 a	0,35 ±0,12 a	0,33 ±0,11 a
B, mg kg <sup>-1</sup>	17,75 ±1,38 b	9,75 ±0,85 a	10,00 ±1,15 a	9,33 ±0,88 a	13,75 ±2,66 a	13,00 ±0,71 a

\* Vidējie rādītāji ar dažādiem burtiem rindā bija būtiski atšķirīgi eksperimentālajā vietā (*t*-Test,  $p < 0,05$ ,  $a < b$ )\* Means with different letters in a row were significantly different for experimental site (*t*-Test,  $p < 0,05$ ,  $a < b$ ).



6. attēls. Slāpekļa saturs (%) tekošā gada skužās eksperimentālajos parauglaukumos 2008.–2016. gadā augustā. 2008. gada stādījumam N saturs skužās noteikts 2008. g. aprīlī pirms stādīšanas.

Figure 6. Nitrogen concentration (%) in spruce needles of current year in the experimental plots in August 2008–2016. N content in spruce needles of planting 2008 was detected in April 2008.

K – kontrole/control, M – mēslojums/fertilized. \* Eksperimentālajā vietā vidējie rādītāji būtiski atšķīrās starp kontroli un mēslojuma parauglaukumu (*t*-Test,  $p < 0,05$ )\* Means were significantly different between the control and fertilized plots in the experimental site (*t*-Test,  $p < 0,05$ ).

### Augsnes mikrofloras novērtējums

Kultivējamo baktēriju un mikroskopisko sēņu daudzums augsnes paraugos, kas ievākti egļu meža eksperimentālajos stādījumos, attiecīgi bija diapazonā no  $1,2 \times 10^6$  līdz  $1,6 \times 10^{10}$  un no  $2,2 \times 10^4$  līdz  $3,7 \times 10^6$  KVV  $g^{-1}$  sausas augsnes (3., 4. tab.). 2008. gadā iekārtotajos eksperimentālajos stādījumos Valkā un Kalsnavā, kur tika veikta mēslošana, visās paraugu ņemšanas reizēs baktēriju un mikroskopisko sēņu daudzums augsnē bija būtiski lielāks ( $p < 0,05$ ) nekā kontroles stādījumos.

Arī Kalsnavas parauglaukumā, kur egles stādītas 1989. gadā, 2012. gada jūlijā un septembrī konstatētas būtiskas mikroskopisko sēņu un baktēriju skaita atšķirības ( $p < 0,05$ ) starp mēsloto un kontroles parauglaukumu. 2016. gadā šī veicinošā ietekme pazuda. Tomēr baktēriju un mikroskopisko sēņu masa 2016. gadā bija ievērojami pieaugusi abos Kalsnavas parauglaukumos. Kopumā novērota liela baktēriju un mikroskopisko sēņu skaita izkliede starp abiem pētījuma gadiem. 2016. gada rudenī konstatēts vislielākais baktēriju skaits  $(3,5 \pm 0,7) \times 10^6$  un  $(3,7 \pm 0,7) \times 10^6$  KVV  $g^{-1}$  sausas augsnes, salīdzinot ar citām sezonām un citiem parauglaukumiem.

Celulozi noārdošo mikroorganismu un mikroskopisko sēņu sastopamība atspoguļota 5. tabulā. Netika konstatēts, ka mēslošana būtiski ietekmētu šos abus rādītājus augsnē. Celulozi noārdošo mikroskopisko sēņu sastopamība parauglaukumos bija 2–3 reizes lielāka nekā celulozi noārdošo baktēriju sastopamība.

3. tabula. Kultivējamo baktēriju daudzums egļu eksperimentālo parauglaukumu augsnē 2012. un 2016. gada jūlijā un septembrī

Table 3. Amount of cultivable bacteria in soil, samples collected in experimental spruce plantings in July and September 2012 and 2016

Parauglaukums Research site	Va- riants Treat- ment	Baktēriju daudzums, KVV $g^{-1}$ sausas augsnes Amount of bacteria, CFU $g^{-1}$ dry soil			
		2012		2016	
		Jūlijs July	Septembris September	Jūlijs July	Septembris September
Valka, 2008. g. stādījums Valka, planted in 2008	K	$(2,1 \pm 0,5) \times 10^6$ a	$(3,0 \pm 0,4) \times 10^6$ a	$(5,8 \pm 0,9) \times 10^6$ a	$(8,1 \pm 1,4) \times 10^6$ a
	M	$(5,2 \pm 1,0) \times 10^6$ b	$(7,9 \pm 1,5) \times 10^6$ b	$(1,3 \pm 0,2) \times 10^7$ b	$(1,9 \pm 0,2) \times 10^7$ b
Kalsnava, 2008. g. stādījums Kalsnava, planted in 2008	K	$(1,3 \pm 0,2) \times 10^6$ a	$(2,2 \pm 0,8) \times 10^6$ a	-	-
	M	$(2,6 \pm 0,2) \times 10^6$ b	$(6,4 \pm 1,2) \times 10^6$ b	-	-
Kalsnava, 1989. g. stādījums Kalsnava, planted in 1989	K	$(3,2 \pm 0,7) \times 10^6$ a	$(1,2 \pm 0,1) \times 10^6$ a	$(2,3 \pm 0,3) \times 10^7$ a	$(1,2 \pm 0,7) \times 10^{10}$ a
	M	$(3,4 \pm 0,6) \times 10^6$ a	$(3,2 \pm 0,9) \times 10^6$ b	$(1,6 \pm 0,4) \times 10^7$ a	$(1,6 \pm 0,8) \times 10^{10}$ a

K – kontrole/control, M – mēslojums/fertilized. Vidējie rādītāji ar dažādiem burtiem kolonnā bija būtiski atšķirīgi eksperimentālajā vietā (*t-Test*,  $p < 0,05$ ,  $a < b$ ) / Means with different letters in a column were significantly different for experimental site (*t-Test*,  $p < 0.05$ ,  $a < b$ ).



4. tabula. Mikroskopisko sēņu daudzums egļu eksperimentālo parauglaukumu augsnē 2012. un 2016. gada jūlijā un septembrī

Table 4. Amount of microscopic fungi in soil, samples collected in experimental spruce plantings in July and September 2012 and 2016

Parauglaukums Research site	Variants Treatment	Mikroskopisko sēņu daudzums, KVV g <sup>-1</sup> sausas augsnes Amount of microscopic fungi, CFU g <sup>-1</sup> dry soil			
		2012		2016	
		Jūlijs July	Septembris September	Jūlijs July	Septembris September
Valka, 2008. g. stādījums Valka, planted in 2008	K	(5,2 ±0,5) × 10 <sup>4</sup> a	(5,9 ±1,1) × 10 <sup>4</sup> a	(1,6 ±0,3) × 10 <sup>5</sup> a	(1,8 ±0,3) × 10 <sup>5</sup> a
	M	(1,1 ±0,1) × 10 <sup>5</sup> b	(3,6 ±1,2) × 10 <sup>5</sup> b	(2,9 ±0,2) × 10 <sup>5</sup> b	(3,4 ±0,5) × 10 <sup>5</sup> a
Kalsnava, 2008. g. stādījums Kalsnava, planted in 2008	K	(7,7 ±1,1) × 10 <sup>4</sup> a	(2,6 ±1,6) × 10 <sup>4</sup> a	-	-
	M	(1,7 ±0,7) × 10 <sup>5</sup> b	(2,4 ±0,9) × 10 <sup>5</sup> b	-	-
Kalsnava, 1989. g. stādījums Kalsnava, planted in 1989	K	(3,8 ±0,5) × 10 <sup>4</sup> a	(2,2 ±0,6) × 10 <sup>4</sup> a	(3,7 ±0,4) × 10 <sup>5</sup> a	(3,5 ±0,7) × 10 <sup>6</sup> a
	M	(7,5 ±1,2) × 10 <sup>4</sup> b	(3,4 ±1,0) × 10 <sup>4</sup> a	(3,0 ±0,3) × 10 <sup>5</sup> a	(3,7 ±0,7) × 10 <sup>6</sup> a

K – kontrole/control, M – mēslošana/fertilized. Vidējie rādītāji ar dažādiem burtiem kolonnā bija būtiski atšķirīgi eksperimentālajā vietā (*t*-Test, *p* < 0,05, *a* < *b*) / Means with different letters in a column were significantly different for experimental site (*t*-Test, *p* < 0.05, *a* < *b*).

5. tabula. Celulozi noārdošo mikroskopisko sēņu un baktēriju sastopamība eksperimentālajos parauglaukumos (uzskaites veiktas pēc Zaharova (1978) metodes 2012. un 2016. gada septembrī)

Table 5. Abundance of cellulose-degrading microscopic fungi and bacteria in experimental spruce plantings (the assessment was made in accordance with the Zakharov (1978) method in September 2012 and 2016)

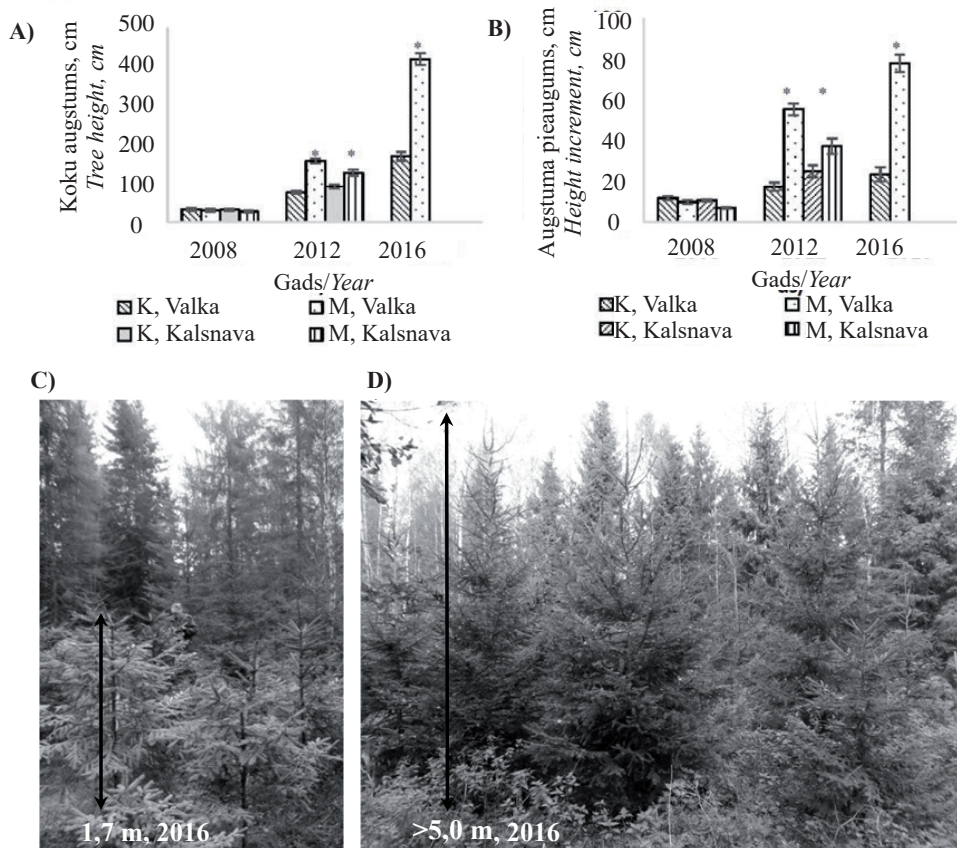
Parauglaukums Research site	Variants Treatment	Celulozi noārdošo mikroskopisko sēņu sastopamība, % Abundance of cellulose-degrading microscopic fungi, %		Celulozi noārdošo baktēriju sastopamība, % Abundance of cellulose-degrading bacteria, %	
		2012	2016	2012	2016
		Jūlijs July	Septembris September	Jūlijs July	Septembris September
Valka, 2008. g. stādījums Valka, planted in 2008	K	97,5 ±4,8	92,5 ±5,4	44,5 ±9,2	42,5 ±10,7
	M	99,5 ±1,4	99,5 ±1,4	58,9 ±10,2	64,5 ±12,4
Kalsnava, 2008. g. stādījums Kalsnava, planted in 2008	K	85,5 ±6,6	-	42,5 ±12,5	-
	M	95,5 ±5,4	-	46,0 ±12,0	-
Kalsnava, 1989. g. stādījums Kalsnava, planted in 1989	K	88,5 ±8,2	95,5 ±5,7	49,5 ±12,9	47,5 ±8,2
	M	96,0 ±5,7	100	56,4 ±12,0	58,0 ±15,7

K – kontrole/control, M – mēslošana/fertilized.

### Audzes ražības parametri

Mēslošana ar kālija magnēziju ir būtiski ietekmējusi egļu augšanu un vitalitāti. Pirmajā eksperimentā (2008. gada stādījumi) vidējais egļu augstums mēslotajā parauglaukumā ir trīs reizes, bet stumbra caurmērs pie sakņu kakla – divas reizes lielāks salīdzinājumā ar kontroli (7. att.). Savukārt 18 gadus vecā stādījumā (otrais eksperiments) uzreiz pēc mēslošanas ir sācijas straujš gadskārtu platuma pieaugums, salīdzinot ar kontroli (8. att.). Kopumā mēslošana ar kālija magnēziju veicinājusi egļu labāku augšanu: mēslotajā

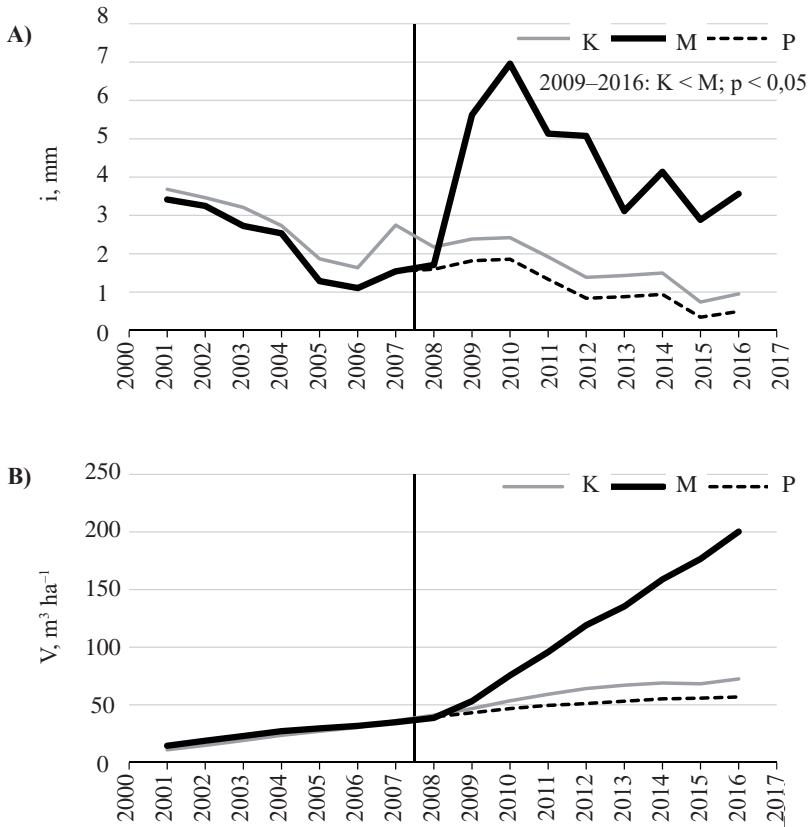
variantā konstatēts 3,5 reizes lielāks koksnes gadskārtu platums salīdzinājumā ar kontroli, 1,3 reizes lielāks stumbra caurmērs un 1,4 reizes lielāks egļu augstums (6. tab., 8. att.). Rezultātā mēslotajām eglēm krājas apjoms līdz 2016. gadam (ieskaitot) bija izveidojies par  $128 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  jeb 2,8 reizes lielāks, salīdzinot ar kontroles variantu, un par  $143 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  jeb 3,5 reizes lielāks, salīdzinot ar prognozēto koksnes krāju tai pašai mežaudzei, neveicot mēslošanu.



7. attēls. Egļu augstums (A, C, D) un augstuma pieaugums gadā (B) eksperimentālajos parauglaukumos 2008. gada stādījumā.

Figure 7. Total height (A, C, D) and annual height increment (B) of spruces in the experimental plots in the of planting 2008.

K – kontrole/control, M – mēslojums/fertilized. \* Eksperimentālajā vietā vidējie rādītāji būtiski atšķiras starp kontroli un mēslojuma parauglaukumu (*t*-Test,  $p < 0,05$ )/\* Means were significantly different between the control and fertilized plots in the experimental site (*t*-Test,  $p < 0.05$ ).



8. attēls. Koksnes pieaugums un krājas dinamika egļu eksperimentālajos parauglaukumos Kalsnavā, 1989. gada stādījumā ( $i$  – vidējais koksnes gadskārtu pieaugums (A);  $V$  – krāja (B); K – kontrole; M – mēslošana ar kālija magnēziju 2007. gada augustā un 2008. gada aprīlī; P – prognozētās taksācijas parametru vērtības egļu audzei, neveicot mēslošanu).

Figure 8. Dynamics of stem volume increment and stock volume in the spruce experimental plots in Kalsnava, planted in 1989 ( $i$  – average stem annual increment (A);  $V$  – stock volume (B); K – control; M – fertilized with potassium magnesium sulfate in August 2007 and April 2008; P – prognostic value for the spruce stand without fertilization).

6. tabula. Egļu augšanas parametru mērījumu rezultāti otrā eksperimenta parauglaukumos Kalsnavā (1989. gada stādījums)

Table 6. Measurement results of spruce growth parameters in plots at the 2<sup>nd</sup> experimental site in Kalsnava (planting 1989)

Gads Year	Parauglaukums Plot	D, cm	H, m	N, ha	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	V, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
2016	Mēslojums/ <i>Fertilized</i>	16,8	11,6	1600	36	200
	Nemēslojums/ <i>Control</i>	12,5	8,5	1300	16	72
2012	Mēslojums/ <i>Fertilized</i>	14,0	9,6	1600	24	119
	Nemēslojums/ <i>Control</i>	11,1	7,5	1600	15	64
2007	Mēslojums/ <i>Fertilized</i>	8,8	5,9	1600	10	35
	Nemēslojums/ <i>Control</i>	8,8	6,1	1600	10	36

D – vidējais caurmēris/ *average stem diameter*; H – vidējais augstums/ *average height*;

N – indivīdu skaits/ *number of individuals*; G – šķērslaukums/ *basal area*; V – krāja/ *volume*.

### Egļu vainagu stāvoklis

Mēslojuma variantos kā Valkā (pirmais eksperiments), tā Kalsnavā (otrais eksperiments), salīdzinot ar nemēslojamiem variantiem, egļu vainagi ir kupli, ar veselīgām, tumši zaļām skujujām. Atšķirības starp vainaga atmirumu un skuju zudumu vainagā (vainaga defoliāciju) un skuju dehromāciju ir statistiski ticamas (7. tab.).

Raksturīgi, ka kontroles variantā kā Valkā, tā Kalsnavā vismaz trešajai daļai egļu ir vidēji vai stipri bojāti vainagi (Valkā – 33 %, Kalsnavā – 42 %). Savukārt mēslojuma variantos nav sastopamas egles ar vidēji vai stipri izretinātu vainagu, bet trešdaļai egļu vainagu (Valkā – 36 %, Kalsnavā – 33 %) vispār nav saskatāmas bojājumu pazīmes, vainagi ir pilnīgi veseli (9. att.).

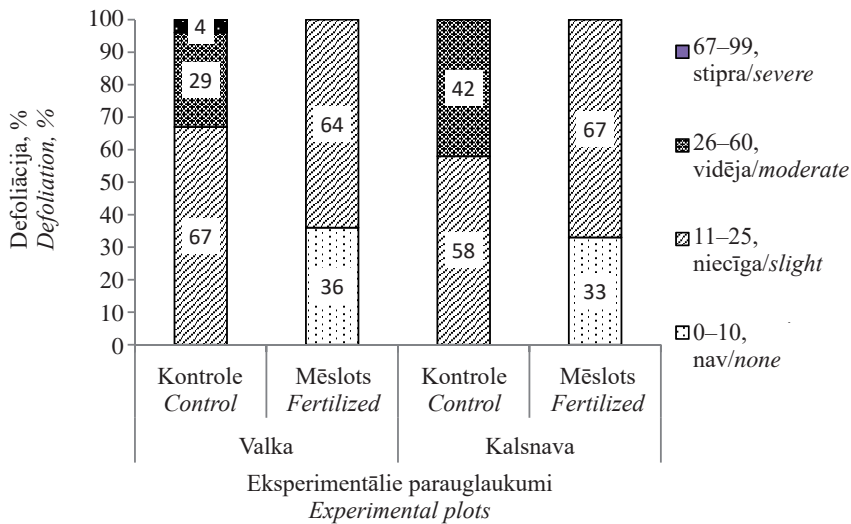
Egļu vitalitātes straujo uzlabošanu pēc mēslošanas uzskatāmi raksturo skuju iekrāsošanās pakāpe jeb skuju dehromācija. Nākamajā gadā uzreiz pēc mēslošanas egļu skuju kļuva zaļākas, dehromācijas intensitāte samazinājās. Acīmredzot mēslojuma audzēs intensificējās asimilējošie procesi, kuru efekts ir saglabājies vismaz līdz 2016. gadam.

7. tabula. Egļu vainagu novērtējuma rezultāti eksperimentālajos parauglaukumos

Table 7. Results of spruce crown parameters at the experimental site

Paraug- laukums <i>Research site</i>	Atmirums <i>Dieback</i>			Defoliācija <i>Defoliation</i>			Dehromācija <i>Dechromation</i>		
	2007	2008	2016	2007	2008	2016	2007	2008	2016
1. eksperiments, 2008. g. stādījums/ <i>1<sup>st</sup> experiment, planted in 2008</i>									
Valka, K	-	5,2 ± 0,5 a*	14,8 ± 1,4 b	-	5,4 ± 0,4 a	27,3 ± 2,8 b	-	5,2 ± 0,4 a	85,4 ± 0,7 b
Valka, M	-	5,0 ± 0,4 a	7,3 ± 0,5 a	-	5,1 ± 0,3 a	14,8 ± 0,9 a	-	5,1 ± 0,4 a	5,3 ± 0,4 a
Kalsnava, K	-	5,3 ± 0,4 a	-	-	5,6 ± 0,7 a	-	-	5,3 ± 0,4 a	-
Kalsnava, M	-	5,1 ± 0,3 a	-	-	5,0 ± 0,4 a	-	-	5,4 ± 0,3 a	-
2. eksperiments, 1989. g. stādījums/ <i>2<sup>nd</sup> experiment, planted in 1989</i>									
Kalsnava, K	24,2 ± 1,9 a	24,7 ± 1,2 b	22,9 ± 1,7 b	31,4 ± 3,1 a	30,7 ± 4,5 a	29,2 ± 3,1 b	86,3 ± 7,2 a	82,7 ± 0,5 b	90,7 ± 0,7 b
Kalsnava, M	25,9 ± 1,3 a	14,7 ± 1,4 a	11,7 ± 1,5 a	33,2 ± 2,9 a	22,7 ± 3,2 a	14,7 ± 1,0 a	90,3 ± 8,4 a	5,2 ± 0,6 a	5,2 ± 0,4 a

K – kontrole/ *control*, M – mēslojums/ *fertilized*. \* Vidējie rādītāji, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem kolonnā, bija būtiski atšķirīgi eksperimentālajā vietā starp kontroli un mēslojuma variantu (*t-Test*,  $p < 0,05$ ,  $a < b$ )/ \* Means with different letters in a column were significantly different between experimental plots of the same site (*t-Test*,  $p < 0.05$ ,  $a < b$ ).



9. attēls. Egles vainagu defoliācijas struktūra 2016. gadā eksperimentālajos parauglaukumos (Valka – 2008. gada stādījums, Kalsnava – 1989. gada stādījums).

Figure 9. Crown defoliation of Norway spruce at the experimental sites in 2016 (Valka – planting of 2008, Kalsnava – planting of 1989).

### Pārmaiņas mežaudzes augājā

Pirmajā eksperimentā Valkā, kontroles variantā, 2007. gadā uzskaitītas 18 vaskulāro augu (valdošās – sarkanā auzene *Festuca rubra*, parastā ciņusmilga *Deschampsia cespitosa*, pļavas bitene *Geum rivale*) un astoņas sūnu (valdošās – parastā spuraine *Rhytidadelphus squarrosus*, smailā skrajlape *Plagiomnium cuspidatum*) sugas. Salīdzinot ar 2007. gadu, 2016. gadā kā vaskulāro augu (24 sugas), tā sūnu (10 sugas) sugu skaits ir palielinājies, bet eksperimenta sākumā zemsedzē dominējošās sugas bija valdošās arī pēc desmit gadiem (1. pielikums). Savukārt mēslotajā variantā pirmajos gados pēc mēslošanas krasi ir palielinājies nitrofilo augstzāļu meža suņburkšķa *Anthriscus sylvestris*, meža avenes *Rubus idaeus*, lielās nātres *Urtica dioica*, šaurlapu ugunspuķes *Chamaenerion angustifolium* projektīvais segums. Pieaugot egles edifikatorlomai, minēto augstzāļu sugu projektīvais segums ir samazinājies, bet joprojām šīs nitrofilās sugas lakstaugu stāvā bija valdošās arī 2016. gadā. Sūnu stāvā pēc mēslošanas krasi palielinājies skrajlapju (*Plagiomnium*) projektīvais segums.

Otrajā eksperimentā Kalsnavā, kontroles variantā, 2007. gadā konstatētas 33 vaskulāro augu (valdošās – parastā ciņusmilga, ložņu gundega *Ranunculus repens*, purva vijolīte *Viola palustris*) un 12 sūnu (valdošās – parastā kociņsūna *Climacium dendroides*, parastā spuraine, smailā skrajlape) sugas, kuras saglabā valdošās pozīcijas visu novērojumu laiku. Pēc mēslošanas 2012. gadā, tāpat kā pirmajā eksperimentā, krasi ir palielinājies lielās nātres un meža suņburkšķa segums, bet nākamajos gados, palielinoties apēnojuma (egles vainagu slēgums 2016. gadā ir 95 %), augstzāļu sugu (un arī lakstaugu stāvā kopumā), projektīvais segums ir sarucis. Desmit gados pēc mēslojuma sūnu stāvā

valdošās ir skrajlapes – smailā skrajlape un dumbra skrajlape *Plagiomnium ellipticum* (2. pielikums).

## DISKUSIJA

Barības elementu nodrošinājuma līmenis augsnē pirms mēslošanas ir būtisks faktors, kas ietekmē mežaudzes reakciju pēc mēslošanas (Hökkä *et al.*, 2012; Moilanen *et al.*, 2015). Tā kā egļu audžu destrukcija Latvijā bieži izplatīta jau vairākus gadu desmitus, ļoti būtiski bija noskaidrot šīs problēmas cēloni un potenciālos risinājumus. Kompleksa iepriekšējā izpēte, kas sevī ietvēra gan vizuālos novērojumus, gan augsnes un egļu skuju ķīmiskās analīzes, apstiprināja būtisku minerālās barošanās disbalansu degradētajās egļu audzēs (Nollendorfs, 2007). Pielietotā augšņu analīžu metodika – visu barības elementu noteikšana 1 M HCl izvilkumā un rezultātu izteikšana tilpuma vienībās bija īpaši piemērota kūdras augsnēm un sekmīgi ļāva atklāt galvenos problēmu cēloņus. Šie pētījumi kā galvenos egļu audzi negatīvi ietekmējošos faktorus uzrādīja barības elementu K, Mg, S, Cu u. c. deficītu augsnē un attiecīgi arī egļu skujās, kā arī elementu disbalansu. Iegūtais zināšanu kopums rosina domāt, ka potenciāli perspektīvākais mēslošanas līdzeklis degradētajās egļu audzēs, kā arī nesekmīgi apstādītajās teritorijās ir kālija magnēzijs, kas vienā savienojumā satur trīs būtiskus augsnē trūkstošos makroelementus – K, Mg un S.

Mūsu veiktais eksperimentālais pētījums parādīja, ka mēslošanas rezultātā ar kālija magnēziju visos mēslošanas parauglaukumos K koncentrācija egļu skujās bija 3–4 reizes augstāka, kas būtiski pārsniedza deficīta robežlīmeni. Vēl vairāk – mēslošana uzlaboja N:K attiecību egļu skujās. Iepriekšējie pētījumi rāda, ka K ietekme uz kokiem var izpausties aptuveni 10–15 gadus pēc mēslošanas (Silfverberg & Hartman, 1999; Silfverberg & Moilanen, 2008; Moilanen *et al.*, 2015). Mūsu pētījumā pārsteidzošs bija fakts, ka, lai arī nelielas, tomēr statistiski būtiskas atšķirības augsnes nodrošinājumā ar kāliju bija konstatētas līdz pat pētījuma perioda beigām 2016. gadā. Lai gan kālija magnēzijs ir pilnībā ūdenī šķīstošs, tas šķīst lēnāk nekā citi biežāk lietotie K minerālmēsli.

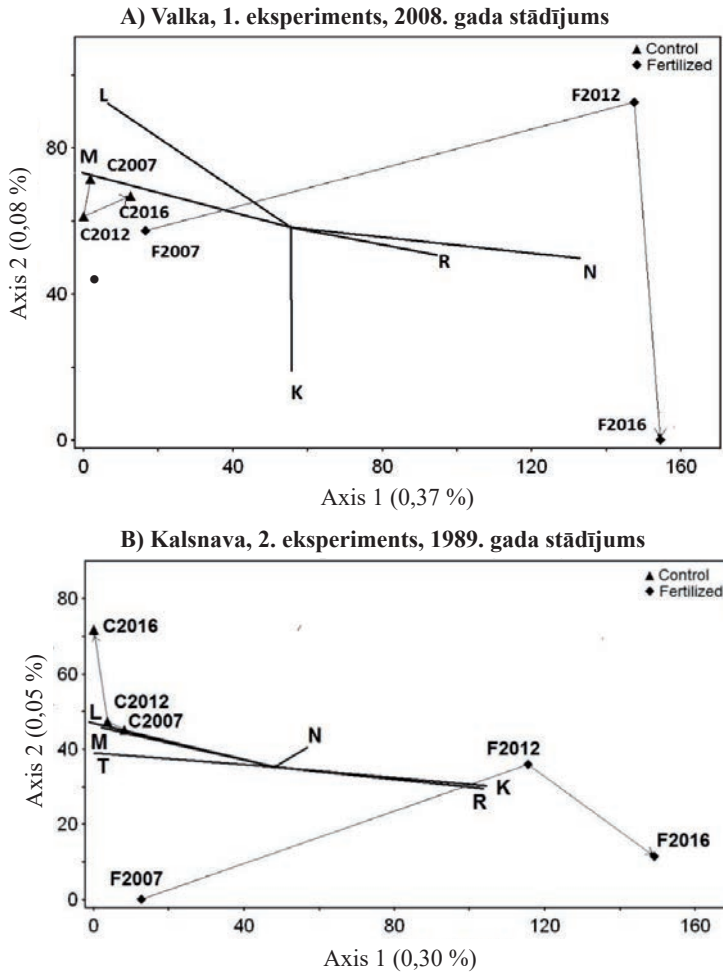
Negaidīti, bet mēslošana ar kālija magnēziju nepaaugstināja S un Mg saturu egļu skujās, egles stādījumos arī pēc mēslošanas S un Mg daudzums bija zems vai pat konstatēts minēto barības elementu deficīts. Optimāla Mg koncentrācija egļu skujās ir 0,10–0,25 % (Bergmann, 1988), bet kritisks līmenis ir 0,08–0,13 % (Mellert & Göttlein, 2012). Savukārt S saturam skujās būtu jāpārsniedz 0,15 % (Renou-Wilson & Farrel, 2007). Zemais abu minēto barības elementu saturs skujās varētu tikt skaidrots ar “atšķaidīšanas” efektu, kas radies līdz ar palielinātu koku biomasas producēšanu un šo elementu iesaisti lakstaugu stāva veģetācijas intensīvākā augšanā, kā arī barības elementu antagonismu (Ca/Mg, K/Mg).

Augsnes ķīmiskais sastāvs, piemēram, N, P, K saturs augsnē, var ietekmēt augu sugu sabiedrību sastāvu (Knecht & Göransson, 2004; Tripler *et al.*, 2006). Iegūtie rezultāti pārlicinoši pierāda, ka mēslošana ar kālija magnēziju nenoliedzami bija iemesls ķīmiskā sastāva, mikrobioloģiskās aktivitātes un augu sugu sastāva pārmaiņām nosusinātājās kūdras augsnēs. Būtisks nitrofilo augu sugu pieaugums norādīja uz bioloģiski aktīvā slāpekļa pieaugumu augsnes virskārtā, kas liecina par barības vielu aprites intensitātes

palielināšanos, ko atspoguļoja arī vides gradientu analīzes rezultāti, izmantojot Ellenberga vērtības (10. att.). Valkas parauglaukumu ordinācijā (pirmais eksperiments) ar pirmo asi (kas nosaka parauglaukumu izkārtojumu ordinācijas telpā), lielākās pozitīvās vērtības (*tau* koeficients) ir nitrofilo sugu lielās nātres (0,966), augstās skrajlapes *Plagiomnium elatum* (0,828) un meža suņburkšķa (0,690) daudzumam, kā arī augsnes reakcijas (0,467) un slāpekļa (0,759) skaitļiem. Līdzīgi arī Kalsnavā (otrais eksperiments) ar pirmo asi lielākās pozitīvās sakarības ir neitrālu un ar slāpekli bagātu augteņu – smailā skrajlape (0,900), meža suņburkšķis (0,602) – sugām un augsnes reakcijas (0,501) skaitlim. Savukārt ar pirmo asi lielākās negatīvās sakarības ir nemēsloto parauglaukumu fona sugām, Valkā – birztaļu veronikai *Veronica chamaedrys* (−0,828) un lielajai spurainei (−0,867), bet Kalsnavā – parastajai kociņsūnai (−0,966) un parastajai ciņusmilgai (−0,867). Augstāks N nodrošinājuma līmenis var palielināt augu prasības arī pēc citiem barības elementiem, tādējādi palielinot risku, ka tiks iztērētas augšanu limitējošo barības elementu rezerves.

Mēslošanas ietekme, kā rezultātā palielinājās kopējais slāpekļa saturs augsnē, bija raksturīga tikai jaunajiem jeb 2008. gada egļu stādījumiem. Kūdras augsnēs slāpekļis galvenokārt ir organiskā formā, kas nav tiešā veidā pieejams augiem un var būtiski limitēt koku augšanu (Moilanen *et al.*, 2010). Tomēr vairāki pētījumi ir parādījuši, ka daudzas augu sugas, tajā skaitā skujkoki, var uzņemt slāpekli arī no organiskiem slāpekļa avotiem (Öhlund & Näsholm, 2001). Rezultātā slāpekļa saturs egļu skujās 2008. gada stādījuma mēslotajos parauglaukumos bija diapazonā no latentā deficīta līdz normālam līmenim, kamēr vecākajām eglēm jeb 1989. gada stādījumam – deficīta līmenī. Tā kā mēslošana būtiski veicināja egļu augšanu arī otrajā eksperimentā (1989. gada stādījums), tad minētais fenomens varētu tikt skaidrots ar “atšķaidījuma” efektu, kas saistīts ar strauju biomasas pieaugumu, īpaši apstākļos ar nelielu nitrofilo augu sugu skaitu lakstaugu stāvā, ko ietekmējis vainagu slēgums.

Kālija magnēzija mēslojuma ietekme uz augsnes mikrobioloģisko sastāvu eksperimentālajos parauglaukumos tika konstatēta jau 2008. gada veģetācijas sezonas beigās. Noskaidrots, ka mēslošana palielināja maltozi izmantojošo baktēriju daudzumu, kā arī baktēriju kopējo skaitu augsnes virsējā slānī (5–10 cm dziļumā), bet neietekmēja celulozi noārdošo mikroorganismu īpatsvaru (Nepublicēti LVMI Silava Meža fitopatoloģijas un mikoloģijas grupas dati; Nollendorfs, 2008). Mūsu rezultāti labi saskan ar D. Kļaviņas un kolēģu pētījumu rezultātiem (Kļaviņa *u. c.*, 2016b), kur jaunu egļu stādījumos kūdras augsnē, kas mēsloja ar koksnes pelniem un kālija sulfātu, konstatēts būtiski augstāks mikroorganismu daudzums. O. Mutere un kolēģi (Muter *et al.*, 2015) ir konstatējuši, ka mikroorganismu daudzums smilšainā augsnē mainās dažādos attālumos no eglēm, savukārt L. Grantiņas un kolēģu (Grantina *et al.*, 2012) pētījumā secināts, ka atšķirības baktēriju un mikroskopisko sēņu kopskaitā (KVV) aktīvajā veģetācijas periodā un miera periodā nav būtiskas. Mūsu pētījumā Kalsnavas parauglaukumos, kur egles stādītas 1989. gadā, mikroorganismu daudzuma atšķirības 2016. gada vasaras un rudens paraugos varēja ietekmēt zemsedzes sugu sastāvs un koka vainaga apēnojums augsnes parauga ņemšanas punktos. Nākamajos gados, lai veiktu meža augsnes kvalitātes monitoringu, ieteicams kā augsni raksturojošu indikatoru izmantot mikrobioloģiskās biomasas noteikšanas metodi (Minova *et al.*, 2015).



10. attēls. Eksperimentālo parauglaukumu mežaudzes sugu sastāva un vides gradientu (Ellenberga ekoloģisko faktoru vērtības) ordinācija ar detrendēto korespondentanalīzi (DCA) (C – kontrole, F – mēslojs; vides faktori: L – gaisma, T – temperatūra, K – kontinentalitāte, M – mitrums, R – reakcija, N – slāpekļlis).

Figure 10. Detrended correspondence analysis (DCA) of distribution of plant and moss species composition at the Norway spruce experimental sites and gradients of ecological factors (Vectors: Ellenberg values for detected plant species: L – light, T – temperature, K – continentality, M – humidity, R – reaction, N – nitrogen)

Eksperiments ar kālija magnēziju būtiski uzlaboja egļu nodrošinājumu ar Ca un Zn, šo elementu saturs skujās mūsu pētījumā raksturojams kā egļu augšanas prasībām (Renou-Wilson *et al.*, 2007) optimāls. Vairāki pētījumi parāda, ka pastāv tieša saistība starp K, Ca un Zn nodrošinājumu un koksnes veidošanos (Barrelet *et al.*, 2006; Fromm, 2010; Guerriero *et al.*, 2014). Mūsu pētījums pārliecinoši pierādīja kālija magnēzija pozitīvo ietekmi uz koku augšanu, kā rezultātā 2009.–2016. gadā koksnes kopējā krāja otrajā mēslošanas



eksperimentā bija 2,8 reizes lielāka, salīdzinot ar kontroli, un 3,5 reizes lielāka, salīdzinot ar prognozēto koksnes krāju, tajā pašā mežaudzē, neveicot mēslošanu. Kālija magnēzija mēslojumam, salīdzinot ar koksnes pelnu, kālija hlorīda vai kālija sulfātu kūdreņos (Zālītis, 1991; Okmanis *et al.*, 2016), varētu būt lielāks audzes ražības palielināšanas efektivitātes potenciāls. Mēslojot egles audzes ar kālija sulfātu un pelniem, kur kālija deva sasniedza 62–65 kg ha<sup>-1</sup>, papildus krājas pieaugums 36–47 gadus vecām eglēm šaurlapju kūdrēnī un mētru ārenī bija 9–19 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Okmanis *et al.*, 2016). Mūsu pētījumā papildus krājas pieaugums, mēslojot ar kālija magnēziju četrus gadus (2009–2012), bija 55 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, salīdzinot ar kontroli, un 68 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, salīdzinot ar prognozēto koksnes krāju tajā pašā mežaudzē, neveicot mēslošanu. Mūsaprāt, intensīvāks krājas pieaugums, mēslojot ar kālija magnēziju, ir saistāms ar lielāku kālija devu un kālija magnēzija kompleksitāti, mazinot K, Mg un S deficītu augšanas vidē. Mēslošana ar kālija magnēziju nodrošināja egļu vainagu defoliācijas un skuju dehromācijas līmeņa samazināšanos, intensificējot fotosintēzes, barības vielu aprites, organisko vielu sintēzes u. c. fizioloģiskos procesus, tādējādi veicinot kokaudzes ražības pieaugumu.

Ar aktīvām barības vielām, sevišķi kāliju, nabadzīgu, nosusinātu kūdras augšņu mēslošana ar kālija magnēziju ir finansiāli izdevīga mežaudzes apsaimniekošanas metode. Vienkāršs ekonomisks aprēķins (minerālmēslojuma izmaksas uz hektāru un 1 m<sup>3</sup> papīrmalkas cena 2017. gadā) parāda, ka minerālmēslo lietošana atmaksātos nepilnos četros gados.

Nenoliedzami, mēslošanas rezultāti var būt atkarīgi no vairākiem faktoriem, piemēram, audzes vecuma, sākotnējā nodrošinājuma ar barības elementiem, mēslojuma veida un devas, koku blīvuma, mikroklimata u. c. faktoriem. Turklāt būtisks aspekts ir arī mēslojuma ietekme uz veģētāciju, augsnes ekoloģiskajiem procesiem, sakņu mikorizas attīstība, pārmaiņām augsnes ķīmiskajā sastāvā, barības vielu aprītē, kas kopumā “nemeža” augsni pārvērs par meža augsni, kur veiksmīgi un produktīvi var attīstīties egļu audze. Tāpēc mēslošanas režīma izstrāde un optimizācija ir nozīmīgs pasākums meža apsaimniekošanā, lai nodrošinātu koku vajadzības pēc barības vielām, palielinātu audzes ražību un atrastu līdzsvaru starp ekonomiskajiem, ekoloģiskajiem un sociālajiem aspektiem. Līdz ar to nākotnē nepieciešams veikt tālākus pētījumus un papildus eksperimentus ar dažādām kālija magnēzija devām atšķirīgos meža augšanas apstākļos. Piemērota mēslošanas līdzekļa izvēle, kas balstās uz kompleksu problēmteritorijas analītisko izpēti, veicot atbilstošas augsnes un augu analīzes, pareiza tā lietošana precīzās devās ir izšķiroša, lai izvairītos no augsnes un gruntsūdens piesārņojuma, kā arī neradītu citu barības elementu disbalansu.

## PATEICĪBAS

Pētījums veikts 2007.–2008. gadā ar Meža attīstības fonda finansiālu atbalstu: pētījums “Egļu audžu panīkuma un sabrukšanas cēloņu noskaidrošana, to samazināšanas iespējamie pasākumi” (līgums Nr. 300408/S128), un 2016.–2017. gadā ar Latvijas Universitātes bāzes un snieguma finansētā projekta “Ekoloģija un bioloģiskā daudzveidība” apakšprojekta

“Dzīvo organismu bioloģiskie pētījumi pilsētas, lauku un ūdens ekosistēmās” finansiālu atbalstu (projekta Nr. AAP2016/B034, ZD2015/AZ81). Autori pateicas Dr. biol. Līgai Strazdiņai par nepazīstamo sūnu sugu noteikšanu.

## LITERATŪRA

- Alef, K., and Nannipiri, P. (eds.), 1988. *Methods in Applied Soil Microbiology*. Elsevier, pp. 20–100.
- Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrometry*, 2000. PerkinElmer Instruments LLC.
- Barrelet, T., Ulrich, A., Rennenberg, H., and Kraehenbühl, U., 2006. Seasonal profiles of sulphur, phosphorus, and potassium in Norway spruce wood. *Plant Biology* 8: 462–469.
- Bergh, J., Nilsson, U., Grip, H., Hedwall, P.-O., and Lundmark, T., 2008. Effects of frequency of fertilisation on production, foliar chemistry and nutrient leaching in young Norway spruce stands in Sweden. *Silva Fennica* 42(5): 721–733.
- Bergmann, W., 1988. *Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen*. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- Błońska, E., Małek, S., Januszek, K., Barszcz, J., and Wanic, T., 2015. Changes in forest soil properties and spruce stands characteristics after dolomite, magnesite and serpentinite fertilization. *European Journal of Forest Research* 134: 981–990.
- Caisse, G., Boudreau, S., Munson, A.D., and Rochefort, L., 2008. Fertiliser addition is important for tree growth on cut-over peatlands in eastern Canada. *Mires and Peat* 3: 1–15.
- Cekstere, G., and Osvalde, A., 2013. A study of chemical characteristics of soil in relation to street trees status in Riga (Latvia). *Urban Forestry and Urban Greening* 12(1): 69–78.
- Čekstere, G., Osvalde, A., and Laiviņš, M., 2016. Mineral nutrition of young ash in Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B* 70(3): 138–149.
- Dierschke, H., 1994. *Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., and Paulissen, D., 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 18: 1–258.
- Finér, L., 1989. Biomass and nutrient cycle in fertilized and unfertilized pine, mixed birch and pine and spruce stands on a drained mire. *Acta Forestalia Fennica* 208: 63 p.
- Fromm, J., 2010. Wood formation of trees in relation to potassium and calcium nutrition. *Tree Physiology* 30(9): 1140–1147.
- Grantina, L., Bondare, G., Janberga, A., Tabors, G., Kasparinskis, R., Nikolajeva, V., and Muiznieks, I., 2012. Monitoring seasonal changes in microbial populations of spruce forest soil of the Northern Temperate zone. *Estonian Journal of Ecology* 61: 190–214.

- Guerriero, G., Sergeant, K., and Hausman, J.-F., 2014. Wood biosynthesis and typologies: a molecular rhapsody. *Tree Physiology* 34: 839–855.
- Hoosbeek, M.R., van Breemen, N., Vasander, H., Buttler, A., and Berendse, F., 2002. Potassium limits potential growth of bog vegetation under elevated atmospheric CO<sub>2</sub> and N deposition. *Global Change Biology* 8: 1130–1138.
- Hökkä, H., Repola, J., and Moilanen, M., 2012. Modelling volume growth response of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands to N, P, and K fertilization in drained peatland sites in Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 42(7): 1359–1370.
- Jansons, Ā., Matisons, R., Krišāns, O., Džeriņa, B., and Zeps, M., 2016. Effect of initial fertilization on 34-year increment and wood properties of Norway spruce in Latvia. *Silva Fennica* 50(1), article ID 1346.
- Klavina, D., Pennanen, T., Gaitnieks, T., Velmala, S., Lazdins, A., Lazdina, D., and Menkis, A., 2016a. The ectomycorrhizal community of conifer stands on peat soils 12 years after fertilization with wood ash. *Mycorrhiza* 26: 153–160.
- Kļaviņa, D., Lazdiņš, A., Bārdule, A., Nikolajeva, V., Okmanis, M., Skranda, I., Gaitnieks, T., and Menkis, A., 2016b. Fine root development and mycorrhization in Norway spruce stands one year after fertilization with potassium sulphate and wood ash. *Journal of Forest Science* 62(1): 17–23.
- Knecht, M.F., and Göransson, A., 2004. Terrestrial plants require nutrients in similar proportions. *Tree Physiology* 24: 447–460.
- Laiho, R., and Laine, ., 1995. Changes in mineral element concentrations in peat soils drained for forestry in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 218–224.
- Lībiete, Z., and Zālītis, P., 2007. Determining the growth potential for even-aged stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Baltic Forestry* 13: 2–9.
- Libiete, Z., Bardule, A., and Lupikis, A., 2016. Long-term effect of spruce bark ash fertilization on soil properties and tree biomass increment in a mixed scots pine-Norway spruce stand on drained organic soil. *Agronomy Research* 14(2): 495–512.
- Liepa, I., 1996. *Pieauguma mācība*. Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības universitāte.
- McCune, B., and Grace, J.B., 2002. *Analysis of Ecological Communities*. Glenden Beach, Oregon: MjM Software Design.
- Mellert, K.H., and Göttlein, A., 2012. Comparison of new foliar nutrient thresholds derived from van den Burg's literature compilation with established central European references. *European Journal of Forest Research* 131: 1461–1472.
- Minova, S., Jankevica, L., Salmane, I., and Čekstere, G., 2015. Preliminary studies on microbial biomass and the microarthropod community as soil health and quality indicators in urban grasslands, Rīga as an example. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B Natural Exact and Applied Sciences* 69(3): 140–144.
- Moilanen, M., Saarinen, M., and Silfverberg, K., 2010. Foliar nitrogen, phosphorus and potassium concentrations of Scots pine in drained mires in Finland. *Silva Fennica* 44: 583–601.
- Moilanen, M., Hytönen, J., Hökkä, H., and Ahtikoski, A., 2015. Fertilization increased

- growth of Scots pine and financial performance of forest management in a drained peatland in Finland. *Silva Fennica* 49(3): article ID 1301.
- Möttönen, M., Lehto, T., Rita, H., and Aphalo, P.J., 2005. Recovery of Norway spruce (*Picea abies*) seedlings from repeated drought as affected by boron nutrition. *Trees* 19: 213–223.
- Muter, O., Kasparinskis, R., Grantina-Ievina, L., Ševčuka, A., Afanasjeva, K., Brumelis, G., and Nikodemus, O., 2015. Characterization of the changes in physicochemical and microbiological properties of sandy soil under individual *Picea abies* L. trees on former agricultural lands. In: Truu, J., and Kalnenieks, U. (eds.) *Soil ecosystem health and management of contaminated sites*. Tartu: University of Tartu Press, pp. 22–45.
- Nilsen, P., and Abrahamsen, G., 2003. Scots pine and Norway spruce stands responses to annual N, P and Mg fertilization. *Forest Ecology and Management* 174: 221–232.
- Nollendorfs, V., 2008. *Egļu audžu panīkuma un sabrukšanas cēloņu noskaidrošana, to samazināšanas iespējamie pasākumi*. MAF, projekta atskaite, līgums Nr. 300408/S128, Salaspils: LVMI Silava.
- Okmanis, M., Skranda, I., Lazdiņš, A., and Lazdiņa, D., 2016. Impact of wood ash and potassium sulphate fertilization on growth of Norway spruce stand on organic soil. *Research for Rural Development* 2: 62–68.
- Osvalde, A., 1996. *Smagie metāli – Pb, Hg, Ni, Sn – bioloģiskajos objektos Latvijā un to toksiskuma mazināšana, regulējot augu barošanas*. Disertācijas kopsavilkums. Rīga: Latvijas Universitāte.
- Öhlund, J., and Näsholm, T., 2001. Growth of conifer seedlings on organic and inorganic nitrogen sources. *Tree Physiology* 21: 1319–1326.
- Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. (eds.), 1982. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Wisconsin.
- Renou-Wilson, F., and Farelli, E.P., 2007. The use of foliage and soil information for managing the nutrition of Sitka and Norway spruce on cutaway peatlands. *Silva Fennica* 41(3): 409–424.
- Saarsalmi, A., Tamminen, P., and Kukkola, M., 2014. Effects of long-term fertilisation on soil properties in Scots pine and Norway spruce stands. *Silva Fennica* 48(1): article ID 989.
- Saarsalmi, A., and Mälkönen, E., 2001. Forest fertilization research in Finland: A literature review. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16(6): 514–535.
- Saarsalmi, A., and Tamminen, P., 2005. Boron, phosphorus and nitrogen fertilization in Norway spruce stands suffering from growth disturbances. *Silva Fennica* 39(3): 351–364, article ID 373.
- Sarkkola, S., Ukonmaanaho, L., Nieminen, T.M., Laiho, R., Laurén, A., Finér, L., and Nieminen, M., 2016. Should harvest residues be left on site in peatland forests to decrease the risk of potassium depletion? *Forest Ecology and Management* 374: 136–145.

- Schomaker, M.E., Zarnoch, S.J., Bechtold, W.A., Latell, J., Burkman, W.G., and Cox, S. M., 2007. *Crown-Condition Classification: A Guide to Data Collection and Analysis. General Technical Report SRS-102*. Asheville NC, US Department of Agriculture. Forest service. Southern Research Station: I+VIII, 78 p.
- Silfverberg, K., and Hartman, M., 1999. Effects of different phosphorus fertilisers on the nutrient status and growth of Scots pine stands on drained peatlands. *Silva Fennica* 33(3): 187–206.
- Silfverberg, K., and Moilanen, M., 2008. Long-term nutrient status of PK fertilized Scots pine stands on drained peatlands in North-Central Finland. *Suo – Mires and Peat* 59(3): 71–88.
- Tripler, C.E., Kaushal, S.S., Likens, G.E., and Walter, M.T., 2006. Patterns in potassium dynamics in forest ecosystems. *Ecology Letters* 9: 451–466.
- UN/ECE, 2006. *Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Part II Visual Assessment of Crown Condition*. Hamburg and Prague.
- Valsts meža dienests, 2016. *Meža statistikas CD*. Valsts meža dienests: <http://www.vmd.gov.lv/valsts-meza-dienests/statiskas-lapas/publikacijas-un-statistika/meza-statistikas-cd?nid=1809#jump>, skatīts 10.08.2017.
- Zālītis, P., 1991. Potenciāli bagāto, pagaidām mazražīgo nosusināto zāļu purvu mežsaimnieciskā apgūšana. *Jaunākais Mežsaimniecībā* 33: 54–60.
- Zālītis, P., 2006. *Mežkopības priekšnosacījumi*. Rīga: et cetera.
- Zālītis, P., un Lībiete, Z., 2004. Egļu jaunaudžu augšanas gaitas savdabības āreņos un kūdreņos. *Mežzinātne* 13: 21–36.
- Zālītis, P., un Lībiete, Z., 2005. Egļu jaunaudžu augšanas potenciāls. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti* 14: 83–93.
- Ринькис, Г.Я., Рамане, Х.К., и Куницкая, Т.А., 1987. *Методы анализа почв и растений*. Рига: Зинатне.
- Захаров, И.С., 1978. *Образование гумусовых веществ целлюлозоразрушающими микроорганизмами*. Кишинев: ЦТТИИИЦА.

## NORWAY SPRUCE PLANTINGS ON LOW-FERTILITY FOREST SOILS: FERTILIZATION EXPERIMENT WITH POTASSIUM MAGNESIUM SULFATE

Gunta Čekstere, Anita Osvalde, Vilnis Nollendorfs, Jolanta Pormale,  
Andis Karlsons, Guntars Šnepsts, Pēteris Zālītis, Gunta Dudele,  
Līga Jankevica, Sandra Minova, Māris Laiviņš

### Summary

In Latvia, Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) is often used for afforestation of drained peat soils. Spruce stands, established on organic soils, including drained conditions, outside forest land frequently have low productivity. At the same time, decrease in vitality and productivity and even dieback are often observed in initially very productive 30–40 years old spruce monocultures. The investigations indicate that the low vitality and destruction of spruce stands are closely related with nutrient status in soil. The aim of our study was to elucidate the impact of potassium magnesium sulfate on spruce stand on peat soils by evaluating: (1) growth intensity and productivity of spruce; (2) health status of spruce individuals; (3) changes in composition of vascular plant and moss species; (4) nutrient accumulation in soil-plant system. Thereby, two experimental sites were established in 2007 and studied until 2016. The first experimental site was established in Valka and in Kalsnava in order to assess the impact of fertilization with potassium magnesium sulfate on a young spruce planting (planted in 2008). The second experimental site was established in Kalsnava to assess the impact of fertilization on the development and productivity of a spruce stand planted in 1989. The results of the experiment revealed that the fertilization with potassium magnesium sulfate in 2007 and 2008 significantly improved spruce mineral nutrition not only with K, but also Ca, Zn, and N. Also significant improvements in crown vitality and stand productivity were observed during the research period. The fertilization with potassium magnesium sulfate caused increase in the amount of cultivable bacteria and microscopic fungi, but did not affect the abundance of cellulose-degrading microorganisms. Significant changes in the composition of vascular plant species, specially increase in nitrophilous species, e.g. *Urtica dioica*, *Anthriscus sylvestris*, *Rubus idaeus*, as well as moss species *Plagiomnium cuspidatum* and *P. ellicpticum* were also recorded.

Key words: *Picea abies*, mineral nutrients, *Myrtillosa turf. mel.*, stand productivity, stand vitality, dynamic of species composition.

1. pielikums. Sugu sastāva dinamika pirmā eksperimenta parauglaukumos  
Appendix 1. Dynamic of species composition at the first experimental site

Audzes stāvs/ Stand layer Suga/ Species	Kontrole Control			Mēslosts Fertilized		
	2007	2012	2016	2007	2012	2016
<i>Picea abies</i> slēgums, % Cover of <i>Picea abies</i> , %	1	4	5	2	10	32
Krūmu stāva slēgums, % Cover of shrub layer, %	.	5	5	.	1	1
<i>Frangula alnus</i>	.	1	+	.	+	+
<i>Salix cinerea</i>	.	.	.	.	+	+
Lakstaugu stāva segums, % Cover of herb layer, %	75	82	80	70	99	95
<i>Agrostis canina</i>	6	10	5	+	2	10
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	+	2	1	5
<i>Agrostis tenuis</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	1	2	7	5	40	12
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Calamagrostis canescens</i>	3	2	+	.	1	+
<i>Carex echinata</i>	5	3	+	.	.	1
<i>Carex nigra</i>	1	1	2	3	.	.
<i>Cardamine pratensis</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	.	.	.	.	8	5
<i>Cirsium palustre</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	11	10	7	2	+	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Dryopteris cristata</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Equisetum arvensis</i>	.	.	.	.	.	1
<i>Equisetum pratense</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Festuca rubra</i>	30	25	15	14	7	2
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	.	4	2	12	10
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	5	2
<i>Galium album</i>	8	9	3	2	7	8
<i>Galium boreale</i>	.	.	+	+	+	2
<i>Geum rivale</i>	8	10	9	10	12	20
<i>Melampyrum polonicum</i>	.	.	4	1	.	.
<i>Melampyrum pratensis</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Moehringia trinervia</i>	.	.	.	.	2	+
<i>Myosotis palustris</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Paris quadrifolia</i>	.	.	.	.	1	2
<i>Picea abies</i>	.	.	1	.	1	1
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	3	1
<i>Poa trivialis</i>	+	+	.	+	2	.
<i>Quercus robur</i>	.	.	+	.	.	.

Audzes stāvs/ <i>Stand layer</i> Suga/ <i>Species</i>	Kontrole <i>Control</i>			Mēslois <i>Fertilized</i>		
	2007	2012	2016	2007	2012	2016
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	.	3	+
<i>Ranunculus repens</i>	1	3	5	1	8	+
<i>Rubus idaeus</i>	.	1	+	.	8	3
<i>Rumex acetosa</i>	.	.	.	3	.	+
<i>Stellaria media</i>	.	.	.	.	3	+
<i>Trientalis europaea</i>	+	+	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	2	3	1	2	10	22
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	1	3	4	6	1
<i>Veronica longifolia</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Viola canina</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Viola palustris</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Viola tricolor</i>	1	2	2	1	.	.
Sūnu stāva segums, % <i>Cover of moss layer, %</i>	53	54	56	51	67	90
<i>Aulacomnium palustre</i>	1	3	4	+	.	.
<i>Brachytecium oedipodium</i>	1	5	7	3	15	18
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	.	.	.	.	10	6
<i>Climacium dendroides</i>	12	15	12	14	3	4
<i>Hylocomium splendens</i>	.	1	1	.	1	4
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	5	5	6	3	16	30
<i>Plagiomnium ellipticum</i>	4	2	3	4	7	16
<i>Plagiomnium undulatum</i>	.	.	.	.	12	10
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	+	+	+	.	.
<i>Polytrichum commune</i>	2	1	4	.	1	2
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	21	20	15	25	2	1
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	7	2	3	+	.	.

\* sugas slēgums/segums ir mazāks par 1 %/ *cover of species < 1 %*.



2. pielikums. Sugu sastāva dinamika otrā eksperimenta parauglaukumos  
Appendix 2. Dynamic of species composition at the second experimental site

Audzes stāvs/ Stand layer Suga/ Species	Kontrole Control			Mēslosts Fertilized		
	2007	2012	2016	2007	2012	2016
<i>Picea abies</i> slēgums, % Cover of <i>Picea abies</i> , %	22	21	22	26	66	95
Krūmu stāva slēgums, % Cover of shrub layer, %	2	3	5	1	1	1
<i>Frangula alnus</i>	2	3	5	1	+	+
<i>Salix cinerea</i>	.	.	.	.	.	+
Lakstaugu stāva segums, % Cover of herb layer, %	80	75	85	85	90	35
<i>Agrostis canina</i>	+	+	.	3	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	1	2	+	7	1
<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	.	.	.	12	+
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	+	.	1	+
<i>Betula pubescens</i>	2	1	1	+	.	.
<i>Calamagrostis canescens</i>	5	4	7	3	3	2
<i>Carex echinata</i>	+	.	.	1	.	.
<i>Carex nigra</i>	2	3	1	1	.	.
<i>Cardamine pratensis</i>	+	+	.	2	.	+
<i>Chamerion angustifolium</i>	.	.	+	.	3	+
<i>Cirsium palustre</i>	1	+	1	1	.	.
<i>Comarum palustre</i>	+	+	+	2	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	8	12	14	10	7	6
<i>Dryopteris carthusiana</i>	+	+	+	1	+	3
<i>Dryopteris cristata</i>	+	+	+	+	.	+
<i>Equisetum palustre</i>	+	+	+	.	.	.
<i>Equisetum pratense</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	+	.	1	1	.	+
<i>Galium album</i>	+	1	1	2	2	.
<i>Geum rivale</i>	5	3	3	3	7	2
<i>Moehringia trinervia</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Myosotis palustris</i>	3	4	2	5	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	+	+	+	+	.	.
<i>Paris quadrifolia</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Poa palustris</i>	1	.	+	+	.	.
<i>Poa trivialis</i>	+	+	+	+	1	.
<i>Ranunculus acris</i>	2	1	3	3	3	1
<i>Ranunculus auricomus</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus repens</i>	12	15	13	15	8	5
<i>Rubus idaeus</i>	4	5	7	3	10	.
<i>Rumex acetosa</i>	2	3	3	+	.	+

Audzes stāvs/ <i>Stand layer</i> Suga/ <i>Species</i>	Kontrole <i>Control</i>			Mēslois <i>Fertilized</i>		
	2007	2012	2016	2007	2012	2016
<i>Scutellaria galericulata</i>	1	+	1	1	.	.
<i>Stellaria media</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Stellaria palustris</i>	+	1	+	+	+	+
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Trientalis europaea</i>	+	.	.	1	.	1
<i>Urtica dioica</i>	8	8	12	10	21	2
<i>Valeriana officinalis</i>	2	+	.	2	.	1
<i>Veronica chamaedrys</i>	2	2	3	3	5	1
<i>Viola palustris</i>	12	11	10	14	8	5
Sūnu stāva segums, % <i>Cover of moss layer, %</i>	68	67	75	71	62	60
<i>Aulacomnium palustre</i>	1	.	+	2	.	.
<i>Brachytecium oedipodium</i>	2	1	1	+	3	8
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	1	1	+	3	5	3
<i>Climacium dendroides</i>	25	25	30	21	5	1
<i>Dicranum polysetum</i>	7	5	8	3	2	.
<i>Hylocomium splendens</i>	+	1	+	.	.	.
<i>Plagiomnium affine</i>	.	.	.	.	.	1
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	12	10	8	16	25	30
<i>Plagiomnium ellipticum</i>	2	5	5	4	14	10
<i>Plagiomnium undulatum</i>	1	+	.	.	10	7
<i>Pleurozium schreberi</i>	+	.	1	.	.	.
<i>Polytrichum commune</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	16	18	20	21	+	+
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	+	.	.	.	.	.

\* sugas slēgums/segums ir mazāks par 1 %/ *cover of species < 1 %*.

## MEŽA CŪKU RAKUMU UN TO NOLĪDZINĀŠANAS IETEKME UZ SAUSO ZĀLĀJU AUGU SUGU DAUDZVEIDĪBU

Solvita Rūsiņa<sup>1</sup>, Dāvis Bahmanis<sup>1</sup>, Dace Sāmīte<sup>2</sup> un Baiba Galniece<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte,  
E-pasts: rusina@lu.lv, bahmanis.davis@gmail.com

<sup>2</sup> Dabas aizsardzības pārvalde, Kurzemes reģionālā administrācija, Slīteres birojs

Pētījuma mērķis bija noskaidrot meža cūku rakumu nolīdzināšanas ietekmi uz sauso zālāju augu sugu daudzveidību zālāja atjaunošanas gaitā. Pētījums veikts Rindas un Irbes sausos paliņu zālajos, izmantojot četru gadu augu sugu uzskaites datus periodā no 2013. līdz 2016. gadam. Analizētas sugu daudzveidības un veģetācijas pārmaiņas, kā arī skaidrota meža cūku rakumu nolīdzināšanas ietekme uz sugu daudzveidību. Rezultāti liecina, ka ainavās ar augstu dabiskumu un nenozīmīgu sinantropo biotopu klātbūtni meža cūku rakumu vienreizēja nolīdzināšana, bojājot vēlenu līdz 80 % no tās seguma, nepasliktina biotopa kvalitāti, un sausa zālāja veģetācijas atjaunošanās notiek ātri un sekmīgi. Tomēr intensīvas lauksaimniecības ainavās šāda atjaunošanas metode jāizmanto piesardzīgi un var būt nepieciešami papildus atjaunošanas darbi, piemēram, nezāļu ierobežošana.

Raksturvārdi: dabisks zālājs, *Sus scrofa*, rakumi, ecēšana, sukcesija, veģetācija.

### IEVADS

Dabisks zālājs ir ekosistēma, kas ietver pļavas un ganības, kuru izcelsmi un tagadējo pastāvēšanu ir ietekmējusi cilvēka darbība un kurās augu segu veido daudzgadīgi lakstaugi. Dabiskajos zālajos ir ļoti daudz augu sugu (ap 500), kas kopumā veido gandrīz trešdaļu no Latvijas floras (Rūsiņa (red.), 2017). Tomēr dabisko zālāju platība Latvijā ir ļoti maza – tikai 0,7 % no valsts kopējās teritorijas (Kupča & Rūsiņa, 2016).

Visi Latvijā sastopamie dabiskie zālāji ir Eiropas Savienības (ES) nozīmes aizsargājami biotopi (iekļauti 1992. gada 21. maija Padomes Direktīvas 92/43/EEK par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību I pielikumā), bet mūsdienās to kvalitāte un platības samazinās, jo netiek veikta pareiza apsaimniekošana. 20. gs. dabisko zālāju platības ir samazinājušās par aptuveni 97 %, un mūsdienās situācija vēl turpina pasliktināties, jo no šobrīd esošajiem 50 000 hektāriem 40 % vispār netiek apsaimniekoti (Rūsiņa (red.), 2017). Tāpēc ir būtiski novērtēt šo zālāju pašreizējo stāvokli un pievērst uzmanību gan pašu zālāju, gan augu sugu daudzveidības saglabāšanai un aizsardzībai.

Viens no aktuāliem jautājumiem gan apsaimniekotos, gan neapsaimniekotos dabiskos zālajos ir savvaļas dzīvnieku radītie traucējumi. Meža cūku *Sus scrofa* radītie traucējumi ir vieni no nozīmīgākajiem lauksaimniecības zemēs daudzās Eiropas valstīs (Massei *et al.*, 2015). Meža cūkas rada nozīmīgus zālāju velēnas postījumus, it īpaši gada siltajā laikā, kad zemi neklāj sniegs. Zemnieki ik gadu piedzīvo zaudējumus meža cūku rakumu dēļ, jo uzraktajās lauksaimniecības zemēs lopbarības kvalitāte samazinās (Smagare, 2015).

Rakšanās rada pārmaiņas veģetācijas sastāvā un struktūrā, gan tieši ietekmējot sugu daudzumu, ko meža cūka patērē barībā (sakņņus, gumus, sēklas u. c.), gan netieši

ietekmējot sugas, kuras netiek ēstas, bet kuru saknes tiek bojātas rakšanās laikā (Massei & Genov, 2004). Pētījumi liecina, ka mērena meža cūku rakšanās labvēlīgi ietekmē zālāju ekosistēmu. Notiek gan augu sugu izplatīšanās ar meža cūku palīdzību, gan augu sugu veģetatīva vairošanās meža cūku rakšanās ietekmē (Baubet *et al.*, 2003), gan sugu mikroevolūcija, piemēram, novērots, ka ģeofītām sugām (augi ar sakņu pārveidnēm, kurās uzkrājas barības vielas, piemēram, bumbuļi, sīpoli, gumi) sakņu pārveidnes ir lielākas un tajās ir lielāks barības vielu saturs nekā tām pašām sugām reģionos, kur nenotiek meža cūku rakšanās (Palacio *et al.*, 2013). Tomēr intensīva un atkārtota rakšanās negatīvi ietekmē zālāju bioloģisko daudzveidību ilgtermiņā (Bueno *et al.*, 2011a) gan tiešā veidā, izmainot sugu sastāvu un struktūru, gan netieši, apgrūtinot apsaimniekošanu. Uzraktajos zālajos pļaušanu nevar veikt pietiekami zemu un sienu nevar kvalitatīvi novākt, tādēļ ilgtermiņā zālāji eitroficējas, jo tajos uzkrājas kūla. Neapsaimniekotos dabiskos zālajos meža cūku rakumi samazina atjaunošanās potenciālu, apgrūtinot gan apsaimniekošanas uzsākšanu, gan samazinot biotopa atjaunošanās efektivitāti, jo cūku rakumos ir izmainījusies veģetācija, palielinot ekspansīvu augu sugu izplatīšanās iespējas.

Latvijā līdz šim nav veikti pētījumi par meža cūku rakumu un to izlīdzināšanas ietekmi uz dabisko zālāju sugu daudzveidību un atjaunošanos. Taču šādas zināšanas nepieciešamas, lai lauksaimniekiem varētu sniegt zinātniski pamatotus ieteikumus dabisko zālāju atjaunošanai un apsaimniekošanai gadījumos, kad zālāju uzrok meža cūkas.

Latvijā pēdējos gados meža cūku populācija Āfrikas cūku mēra ietekmē ir kļuvusi stipri mazāka (Laizāns, 2016; Valsts meža dienests, 2017). Sākotnēji slimība izplatījās Austrumlatvijā, bet kopš 2016. gada tā bija sastopama arī Ziemeļkurzemē (Pārtikas Veterinārais dienests, 2017), kas ietver pētījumu teritoriju. Tomēr slimības izplatīšanās un ierobežošanas vēsture Eiropā 20. gs. otrajā pusē liecina, ka meža cūku populācija atjaunojas, ja vien ievieš efektīvu slimības ierobežošanu, kas izslēdz meža cūku un mājas cūku kontaktu (Mur *et al.*, 2012; Gortazar *et al.*, 2016). Tātad meža cūku rakšanās ietekme uz dabiskajiem zālājiem, visticamāk, būs problēma arī turpmāk.

Pētījuma mērķis bija noskaidrot, kā atjaunojas sausa dabiska zālāja veģetācija pēc meža cūku rakumu nolīdzināšanas, zālāju noecējot.

## MATERIĀLI UN METODES

### *Pētījuma vieta*

Pētījums veikts Ventspils novada Ances pagastā, Piejūras zemienes ģeobotāniskajā rajonā, Irves līdzenumā (Dabas aizsardzības pārvalde, 2016). Pētījums uzsākts LIFE programmas projekta “Natura 2000 teritoriju nacionālā aizsardzības un apsaimniekošanas programma” (LIFE11 NAT/LV/000371, *NAT-PROGRAMME*) (2012–2017) ietvaros. Projektā iekārtotas trīs paraugteritorijas (1. att.):

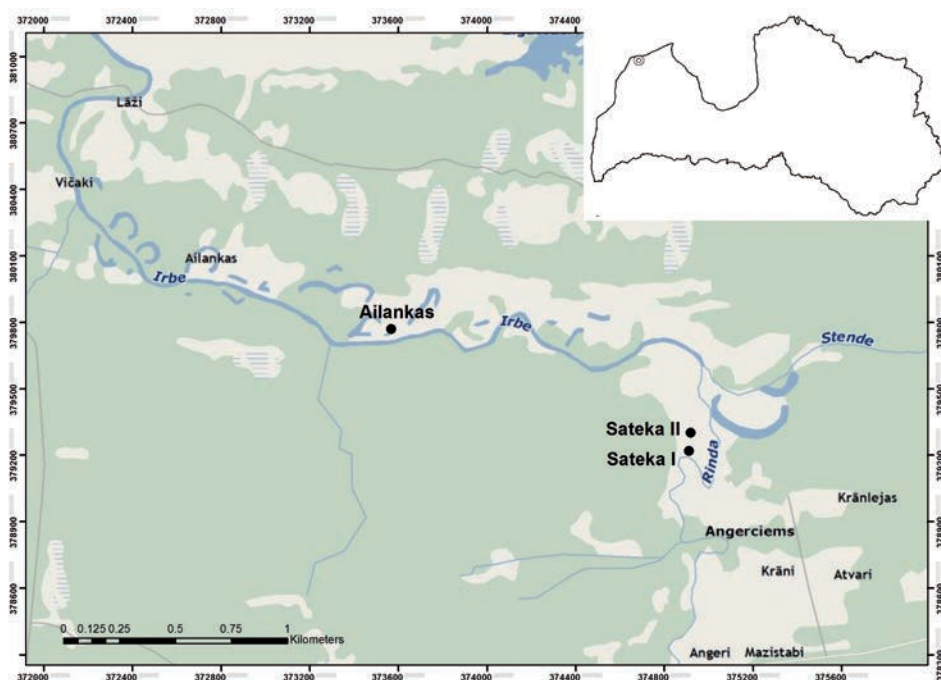
*1. paraugteritorija* “Ailankas” atradās Ventspils novada Ances pagastā, Irbes upes labajā krastā, dabas liegumā “Ances purvi un meži”, kas ir īpaši aizsargājama teritorija

(Natura 2000). Koordinātas LKS-92 sistēmā: X 373568; Y 379770.

2. *paraugteritorija* “Sateka I” atradās Ventspils novada Ances pagastā, Irbes upes kreisajā krastā, Stendes un Rindas upes satekas rajonā. Koordinātas LKS-92 sistēmā: X 374919; Y 379301.

3. *paraugteritorija* “Sateka II” atradās Ventspils novada Ances pagastā, Rindas upes kreisajā krastā. Koordinātas LKS-92 sistēmā: X 374912; Y 379219.

Šī pētījuma ietvaros analizēti tikai dati no paraugteritorijas “Sateka II”.



1. attēls. Paraugteritoriju izvietojuma shēma.  
Figure 1. Location of the study sites.

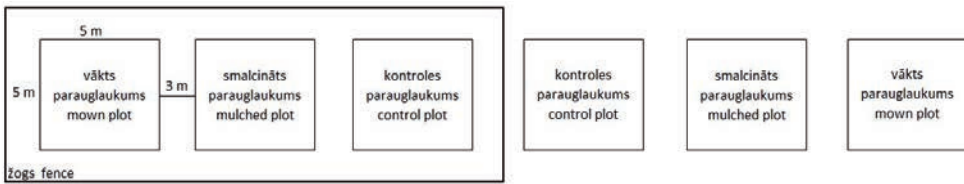
Teritorijai ir raksturīgs piejūras klimats – mitrs un maigs, ziemas ir mākoņainas, ar nepastāvīgu sniega kārtu, bet vasaras – vēsas un lietainas. Veģetācijas periods iestājas aprīlī, kad vidējā diennakts temperatūra ir  $+5^{\circ}\text{C}$ , un noslēdzas oktobrī, kad vidējā gaisa temperatūra pazeminās līdz  $+10^{\circ}\text{C}$ . Kopumā pētītajā teritorijā veģetācijas periods ilgst aptuveni 128–138 dienas (Dabas aizsardzības pārvalde, 2016).

Pētījums veikts Irbes un Rindas palienēs ar aluviāliem (smilts, grants) un eoliem (smilts) nogulumiem (LVGD Kvartārģeoloģija). Reljefa absolūtais augstums pie paraugteritorijas “Satekas II” ir aptuveni 8 m (TOPO 10K PSRS). Palienes reljefs ir viļņots. Augstāk paceltajās daļās, kas applūst reti, sastopami sausi zālāji kaļķainās augsnēs. Veģetācija pieder savienības *Filipendulo-Helictotrichion* asociācijai *Filipendulo-Helictotrichetum* (Rūsiņa, 2007), tajā dominē kailā pļāvauzīte *Helictotrichon pratense*, lielziedu vīgrīze *Filipendula vulgaris*, brūču pārkonamoliņš *Anthyllis vulneraria*, kalnu āboliņš *Trifolium*

*montanum* u. c. Zemākajās daļās sastopami mitri un slapji zālāji no savienības *Calthion*. Parauglaukumi iekārtoti tikai sausajās daļās, jo tikai tajās bija novēroti nozīmīgi meža cūku rakumi. Šie zālāji līdz 20. gs. beigām apsaimniekoti ekstensīvi, kā dabiski zālāji. 20. gs. un 21. gs. mijā tie vairākus gadus bijuši pamesti neapsaimniekoti. Kopš 2007. gada tie apsaimniekoti ar smalcināšanu (pļaujot pēc 1. augusta), kā arī meža cūku rakumi nebija līdzināti. Tādēļ pirms eksperimenta uzsākšanas zālajos, lai gan tie bija sugām bagāti un ar sausiem, kaļķainiem zālājiem raksturīgu augu sabiedrību, bija lielāks kūlas daudzums, nekā tam būtu jābūt, ekstensīvi pļaujot ar sienu novākšanu.

### Lauka darbi

Lauka darbi laika posmā no 2013. līdz 2016. gadam, katru gadu veikti jūnijā līdz augustam. Katrā pētījumu vietā iekārtoti seši parauglaukumi, katrs  $5 \times 5$  m liels. Starp parauglaukumiem izkārtota buferjosla 3 m platumā. Trīs no sešiem parauglaukumiem ir iežogoti, lai liegtu meža cūkām iekļūšanu. Gan ārpus žoga, gan iekšpusē izmantotas trīs dažādas metodes zālāju apsaimniekošanā – zālāja nepļaušana (kontrolē), pļaušana ar novākšanu (vākts zālājs) un pļaušana ar smalcināšanu (smalcināts zālājs) (2. att.).



2. attēls. Parauglaukumu izvietojums paraugteritorijā “Sateka II”.  
Figure 2. The plots of the study site “Sateka II”.

Visi parauglaukumi, izņemot divus kontroles parauglaukumus, 2014. gada pavasarī noecēti, lai nolīdzinātu meža cūku rakumus. Ecēšana veikta ar atsperu ecēšām trīs-četras reizes tā, lai zālāja virsa kļūtu gluda un piemērota mehānizētai pļaušanai un sienu novākšanai (3. att.). Ecēšanas rezultātā velēna saplēsta un daļēji ieecēta dziļāk augsnē (ap 15–20 cm). Pēc ecēšanas augsnes virspusē saglabājās tikai aptuveni 25 % no velēnas (4. att.).



3. attēls. Meža cūku rakumu nolīdzināšana ar ecēšanu paraugteritorijā “Sateka II” 2014. gada martā.  
Figure 3. Smoothing of wild boar rootings with tilling in the study site “Sateka II” on March, 2014.



2013. gada rudens  
(redzami svaigi meža cūku rakumi).  
*Autumn, 2013 (recent wild boar rootings).*



2014. gada marts (pēc rakumu noecēšanas).  
*March, 2014 (after smoothing).*



2014. gada jūnijs.  
*June, 2014.*



2016. gada jūlijs.  
*July, 2016.*

4. attēls. Paraugteritorijas “Sateka II” zālājs pirms un pēc ecēšanas. Foto: Solvita Rūsiņa.  
*Figure 4. The study site “Sateka II”: grassland before and after tilling. Photo: Solvita Rūsiņa.*

Veģetācijas uzskaitē veikta četrus gadus; 2013. gadā veikta pirmā uzskaitē pirms mehanizētas meža cūku rakumu nolīdzināšanas. Uzskaites veiktas, izmantojot parauglaukumu metodi (Poore, 1955). Veģetācija uzskaitīta katrā parauglaukumā 25 sistemātiski izkārtotos 0,25 m<sup>2</sup> lielos laukumos (5 × 5 m parauglaukums sadalīts 1 m<sup>2</sup> lielos kvadrātos, katra kvadrāta centrā ievietots 0,25 × 0,25 m laukums) (Poore, 1955). Katrā no tiem uzskaitītas visas augu sugas, novērtēts to segums pēc sešu balļu Brauna-Blankē skalas: “+” – suga sedz mazāk par 1 %, 1 – suga sedz 1–5 %, 2 – suga sedz 6–25 %, 3 – suga sedz 26–50 %, 4 – suga sedz 51–75 %, 5 – suga sedz vairāk par 75 % no kopējās parauglaukuma platības. Noteikts kopējais lakstaugu un sūnu segums procentos, kūlas segums procentos un slāņa biezums centimetros; no veģetācijas brīvās zemes segums izteikts procentos, novērtēts vidējais un maksimālais lakstaugu stāva augstums, kā arī piezīmes par cūku rakumu sastopamību katrā no parauglaukiem.

#### *Datu analīze*

Pētījumā analizēti tikai dati no paraugteritorijas “Sateka II”. Parauglaukumu veģetācijas dati sakārtoti pa gadiem un apsaimniekošanas veidiem: kontrole, vākts zālājs un smalcināts zālājs, kā arī tādi paši apsaimniekošanas veidi ārpus žoga, kur meža cūkām piekļuve nebija liegta.

Veģetācijas apraksti katrā 0,25 m<sup>2</sup> parauglaukumā ievadīti datubāzē, izmantojot datorprogrammu *TURBOVEG* (Hennekens *et al.*, 2001). Tā ir speciāli veģetācijas datiem veidota datorprogramma, ar kuras palīdzību ērti atlasīt un eksportēt datus uz citām programmām un izmantot tos statistiskajai analīzei. Pēc tam dati eksportēti uz datorprogrammu *JUICE 7.0*, kur tika veikta turpmākā analīze (Tichý, 2002). Kopumā datubāzē par katras paraugteritorijas viena gada uzskaitēm ievadīti dati no 150 0,25 m<sup>2</sup> lieliem parauglaukumiem.

Sugu daudzveidība parauglaukumos novērtēta ar sugu skaitu un Šenona daudzveidības indeksu. Sugu skaits, Šenona indekss un izlīdzinātības koeficients analizēts pa gadiem (analizētas izmaiņas pa gadiem un salīdzināts to raksturs starp meža cūku ietekmētiem un neietekmētiem parauglaukumiem: zālāja kontrole (nepļaušana), zālāja vākšana (pļaušana) un zālāja smalcināšana)).

Programmā *SPSS 15.0* veikti neparametriskie testi, jo dati neatbilda normālajam sadalījumam. Vispirms veikts Frīdmena tests, kuru lieto, lai pārbaudītu atšķirības starp vairākām grupām. Ja tas norādīja uz būtiskām atšķirībām, tad izmantots Vilkoksona tests, lai noskaidrotu atšķirību būtiskumu starp divām grupām (salīdzināti sugu daudzveidības rādītāji starp viena apsaimniekošanas veida dažādiem gadiem un viena gada dažādiem apsaimniekošanas veidiem). Sugu sastāva pārmaiņas skaidrotas ar nemetrisko daudzdimensiju mērogošanu (NMS) datorprogrammā *PC-ORD 5.0* (Mc Cune & Grace, 2002). Lai izvērtētu vides apstākļu atšķirības, veikta indikatorsugu analīze, izmantojot Ellenberga ekoloģiskās skalas (Ellenberg *et al.*, 1992). Atšķirības sugu sastāvā, sastopamībā un segumā starp dažādiem apsaimniekošanas veidiem un gadiem novērtētas, aprēķinot uzticamības vērtību  $\phi$  koeficientu datorprogrammā *JUICE 7.0*. Koeficienta aprēķināšanā izmantots sugas segums, statistiski ticamu vērtību iegūšanā izmantots Fišera tests (Tichý, 2002).

## REZULTĀTI UN DISKUSIJA

### *Augu sugu daudzveidības pārmaiņas pēc meža cūku rakumu nolīdzināšanas*

Kopumā paraugteritorijā “Sateka II” visos četros gados konstatētas 107 lakstaugu sugas. Frīdmena testa rezultāti liecināja, ka visos novērojumu gados bija būtiskas atšķirības sugu daudzveidības rādītājos starp meža cūku ietekmētiem un neietekmētiem parauglaukumiem (1. tabula). Izņēmums bija vērojams izlīdzinātības rādītājos, kuros 2013. un 2015. gadā nebija būtisku atšķirību starp parauglaukumiem.



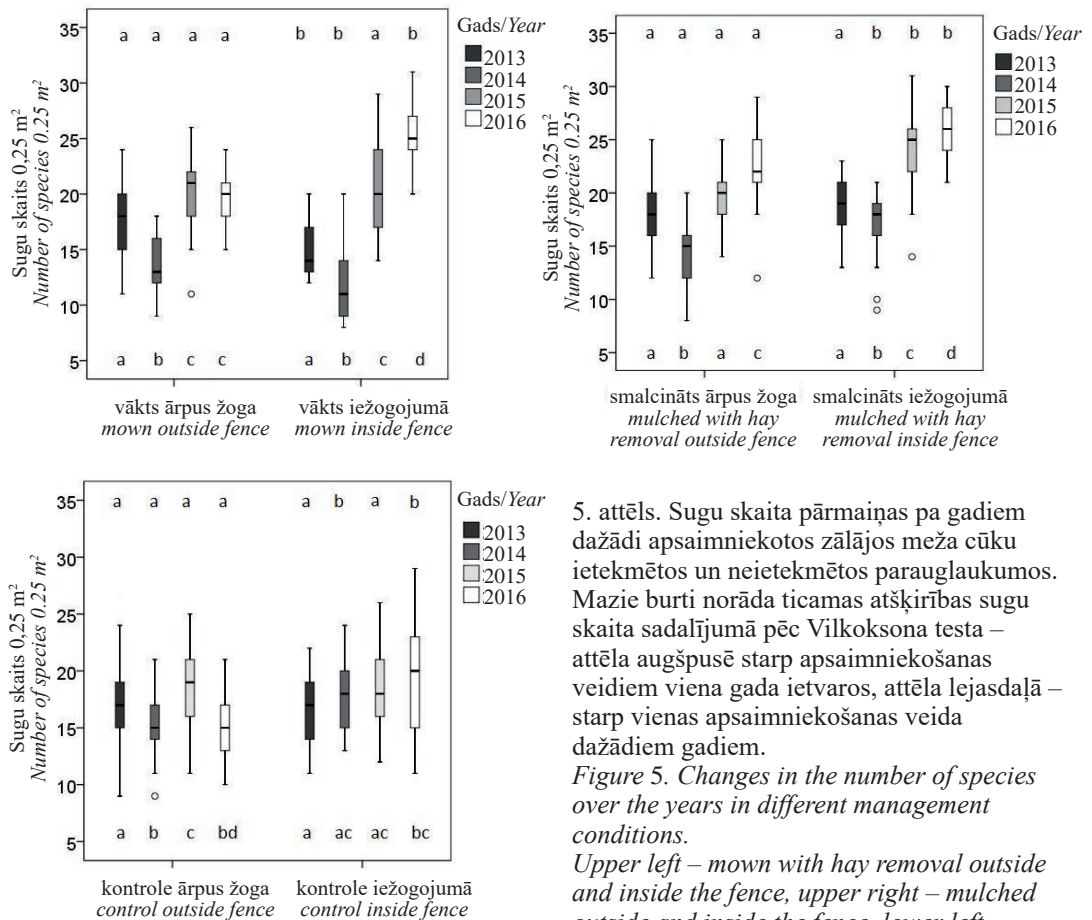
1. tabula. Sugu daudzveidības rādītāju atšķirības (p-vērtības pēc Frīdmena testa) starp meža cūku ietekmētiem un neietekmētiem parauglaukumiem  
 Table 1. Differences in species diversity parameters among wild boar rooted and undisturbed plots (p-values after Friedman test)

Sugu daudzveidības rādītājs <i>Species diversity parameter</i>	Gads <i>Year</i>			
	2013	2014	2015	2016
Sugu skaits <i>Species richness</i>	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
Šenona indekss (H) <i>Shannon index</i>	0,052	0,002	0,002	<0,001
Izlīdzinātības koeficients (E) <i>Evenness</i>	0,074	0,035	0,077	<0,001

Vāktajā zālājā sugu skaits vienā laukumīnā visā novērojumu periodā variēja no 9–26 sugām. Kopumā sugu skaits būtiski samazinājās 2014. gadā pēc noecēšanas, bet pēc tam atkal pieauga. Statistiski ticamas atšķirības starp iežogoto un neiežogoto parauglaukumu bija visos gados, izņemot 2015. gadu. Pirmajos divos gados sugu skaits bija lielāks neiežogotajā parauglaukumā, 2015. gadā tas starp abiem parauglaukumiem izlīdzinājās, bet 2016. gadā tas bija lielāks iežogotajā parauglaukumā. Neiežogotajā parauglaukumā sugu skaita sadalījums būtiski atšķīrās pirmajos divos gados, bet pēdējos divos gados tas bija līdzīgs. Iežogotajā parauglaukumā tas būtiski atšķīrās visos gados (5. att.).

Smalcinātajā zālājā sugu skaits vienā laukumīnā visā novērojumu periodā variēja no 8–31 sugai. Vērojama tāda pati tendence kā vāktajos parauglaukumos – sugu skaits būtiski samazinājās 2014. gadā pēc ecēšanas, vēlāk tas atkal palielinājās. Pirmajā gadā sugu skaita sadalījumā nebija būtisku atšķirību starp iežogoto un neiežogoto parauglaukumu, bet pārējos gados atšķirība bija būtiska – sugu skaits bija lielāks iežogotajā parauglaukumā. Neiežogotajā parauglaukumā sugu skaita sadalījums būtiski atšķīrās, izņemot 2013. un 2015. gadu. Iežogotajā parauglaukumā tas būtiski atšķīrās visos gados (5. att.).

Kontroles (neplautajā) zālājā sugu skaits visā novērojumu periodā variēja no 9–29 sugām. Atšķirībā no vāktā un smalcinātā zālāja, sugu skaita pārmaiņas pa gadiem bija nelielas, kā arī neizpaudās tik liels sugu skaita samazinājums 2014. gadā pēc ecēšanas, un nebija tik liela sugu skaita pieauguma vēlākajos gados. Pirmajā gadā sugu skaita sadalījumā nebija būtisku atšķirību starp iežogoto un neiežogoto parauglaukumu, bet pārējos gados atšķirība bija būtiska – sugu skaits bija lielāks iežogotajā parauglaukumā. Neiežogotajā parauglaukumā sugu skaita sadalījums būtiski atšķīrās, izņemot 2013. un 2015. gadu. Iežogotajā parauglaukumā tas būtiski atšķīrās visos gados (5. att.).

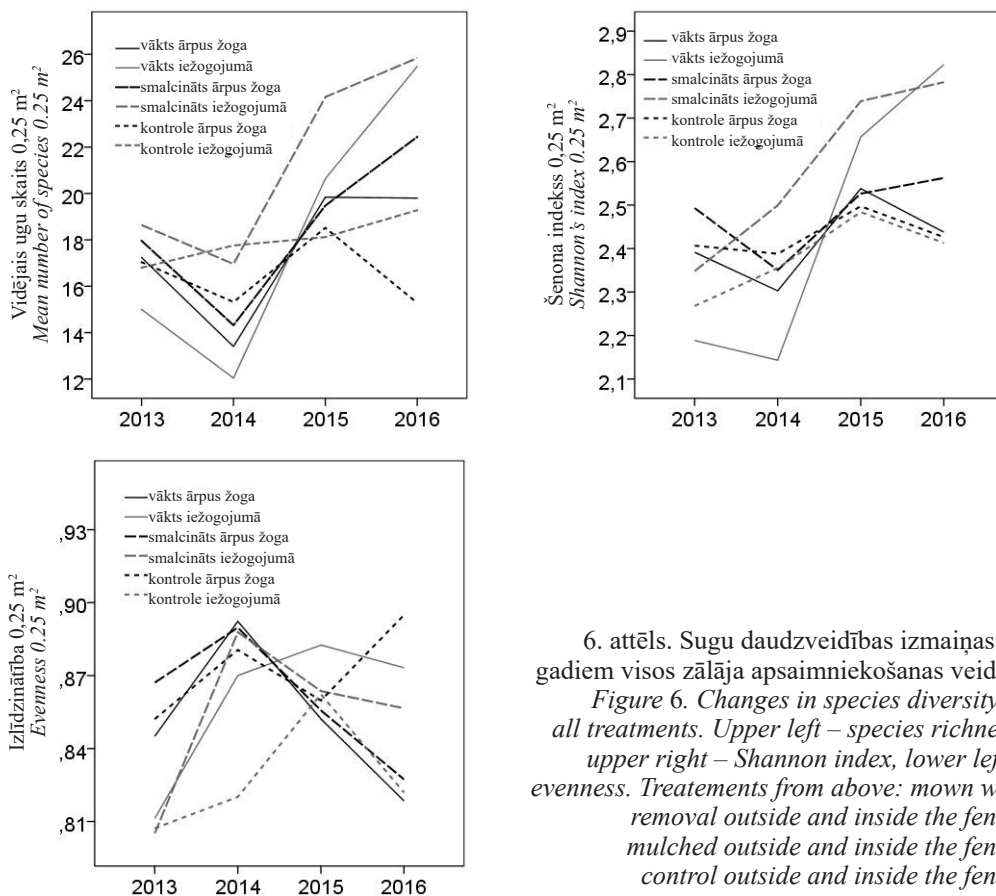


5. attēls. Sugu skaita pārmaiņas pa gadiem dažādi apsaimniekotos zālājos meža cūku ietekmētos un neietekmētos parauglaukumos. Mazie burti norāda ticamas atšķirības sugu skaita sadalījumā pēc Vilkoksona testa – attēla augšpusē starp apsaimniekošanas veidiem viena gada ietvaros, attēla lejasdaļā – starp vienas apsaimniekošanas veida dažādiem gadiem.

Figure 5. Changes in the number of species over the years in different management conditions.

Upper left – mown with hay removal outside and inside the fence, upper right – mulched outside and inside the fence, lower left – control outside and inside the fence. Small letters denote significant differences in distribution of species number after Wilcoxon test – letters at the top of the figure denote differences among both treatments, letters at the bottom of the figure – the differences among years inside the same treatment.

Kopumā sugu daudzveidības pārmaiņām visos apsaimniekošanas veidos, izņemot kontroles parauglaukumus, bija vienāda tendence (6. att.). Sugu skaits un Šenona indekss strauji saruka 2014. gadā, bet palielinājās nākamajos divos gados un 2016. gadā bija būtiski lielāks nekā 2013. gadā (sugu skaits vidēji pieauga par 4–7 sugām 0,25 m<sup>2</sup>).



6. attēls. Sugu daudzveidības izmaiņas pa gadiem visos zālāja apsaimniekošanas veidos. Figure 6. Changes in species diversity in all treatments. Upper left – species richness, upper right – Shannon index, lower left – evenness. Treatements from above: mown with removal outside and inside the fence, mulched outside and inside the fence, control outside and inside the fence.

Sugu daudzveidības samazināšanos 2014. gadā, visdrīzāk, izraisīja ecēšana, jo necētajos kontroles parauglaukumos sugu skaits nesamazinājās, bet vienā no tiem pat pieauga. Ecēšanas ietekmē daudzas sugas aizgāja bojā vai samazinājās to veģetatīvo diasporu daudzums, kuras varētu atjaunoties pēc ecēšanas. Sausos, kaļķainos zālajos sēkļu banka ir neliela, tādēļ pēc traucējuma sugu skaita palielinājums var nebūt vērojams (Zobel, 1997; Zobel *et al.*, 2000).

Tajā pašā laikā izlīdzinātība palielinājās gan vāktajos un smalcinātajos, gan kontroles parauglaukumos, tomēr pēdējos palielinājums bija salīdzinoši mazāks. Ecētajos parauglaukumos tas, iespējams, saistīts ar sugu skaita samazināšanos traucējumu dēļ un vienlaicīgi ar zemu konkurenci un līdzvērtīgām iespējām atjaunoties sugām, kas bija saglabājušās. Ecēšana atbrīvoja augiem pieejamo barības vielu daudzumu, tādēļ veģetācija sekmīgi atjaunojās no izdzīvojušām sugām. Līdzšinējie pētījumi ir pierādījuši izlīdzinātības pozitīvo ietekmi uz primāro produktivitāti (Wilsey & Potvin, 2000). Izlīdzinātības samazināšanās nākamajos divos gados saistāma ar veģetācijas tālāku attīstību, augiem pieejamo barības vielu samazināšanos augsnē un palielinātu konkurenci par brīvo vietu.

Sugu skaita un Šenona indeksa pieaugums 2016. gadā, salīdzinot ar 2013. gadu, liecina, ka zālāja atjaunošanas darbu kumulatīvā ietekme (ecēšana un zema pļaušana ar siena novākšanu) uz daudzveidību bija ļoti pozitīva, un zālāja biotopa kvalitāte uzlabojās, salīdzinot ar sākotnējo situāciju.

### *Veģētācijas atjaunošanās trīs gadu laikā pēc meža cūku rakumu noecēšanas*

**Sākotnējās veģētācijas atšķirības starp parauglaukumiem.** Visi parauglaukumi bija ierīkoti viendabīgā zālāja daļā. Bija novērojamas tikai nelielas lokālas sugu daudzuma atšķirības, bet sugu sastāvā būtisku atšķirību nebija (2. tabula). Vāktajos parauglaukumos nedaudz lielāka sastopamība bija trim sugām – lauka vībotnei *Artemisia campestris*, parastajai vīrcelei *Linaria vulgaris* un rozēm *Rosa* spp. Smalcinātajos parauglaukumos nedaudz lielāka sastopamība un segums bija tipiskām šī zālāja augu sabiedrības sugām: spradzenei *Fragaria viridis*, parastajai trīsenei *Briza media*, parastajam raspodīņam *Alchemilla vulgaris* s. l., ziemeļu madarai *Galium boreale* un dzirkstelītei *Dianthus deltoides*. Kontroles parauglaukumos statistiski ticamas atšķirības sugas daudzumā bija četrām sugām – divšķautņu asinszālei *Hypericum perforatum*, mazajai skābenei *Rumex acetosella*, zālīņu virzai *Stellaria graminea* un pļavas timotiņam *Phleum pratense*. Šīs atšķirības saistāmas ar dabiskajiem zālājiem raksturīgo augu sugu mozaīkveida izplatību lokālā mērogā, ko nosaka ekoloģisko mikronišu dažādība un mainība telpā un laikā (Herben *et al.*, 1993; Dai, 1998), bet ne ar nozīmīgām atšķirībām vides apstākļos, kas varētu atšķirīgi ietekmēt sukcesijas gaitu dažādos parauglaukumos.

Ordinācijas diagrammā 2013. gada parauglaukumu savstarpējais tuvais izkārtojums ordinācijas telpas augšējā centrālajā daļā arī liecina, ka sākotnēji visos parauglaukumos veģētācija bijusi ļoti līdzīga (7. att.).

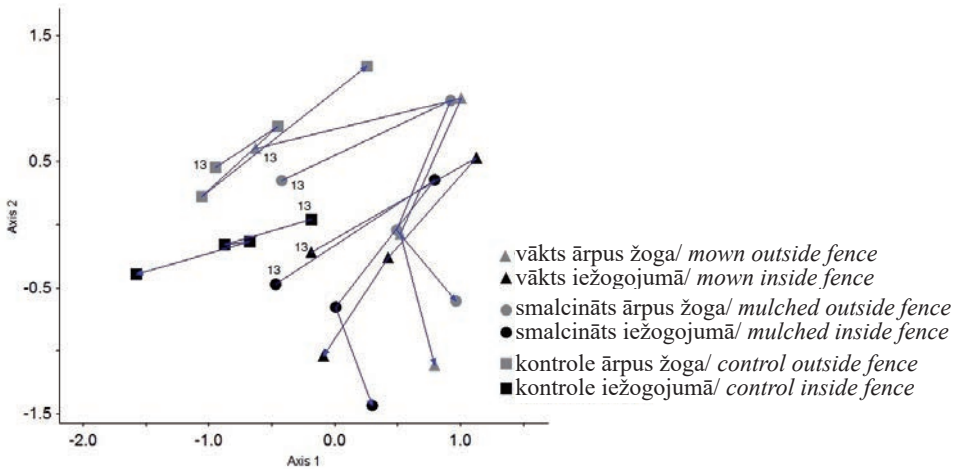
2. tabula. Sugu sastopamības klases (I – suga sastopama līdz 20 % viena parauglaukuma laukumīņos; II – 20–40 %, III – 40–60 % utt.; punkts – suga konkrētajā parauglaukumā nav sastopama) dažādi apsaimniekotos parauglaukumos 2013. gadā (iežogotie un neiežogotie parauglaukumi apvienoti). Iekļautas tikai sugas ar sastopamību, kas lielāka par 20 %. Augšrakstā uzticamības rādītājs  $\phi$  koeficients norādīts tikai sugām, kurām tas pēc Fišera testa bija ar  $p < 0,05$  Table 2. Species constancy classes in differently managed plots in 2013. Fenced and non-fenced plots with the same management are combined. I – species is present in up to 20 % of small plots, II – 20–40 %, III – 40–60 %, etc. The dot indicates absence of species in the particular plot. Only species with constancy class II and higher are included. Fidelity measure  $\phi$  coefficient is indicated in superscript (only with  $p < 0.05$ )

Apsaimniekošana <i>Treatment</i>	Vākts <i>Mown</i>	Smalcināts <i>Mulched</i>	Kontrole <i>Control</i>
Laukumiņu skaits <i>Number of relevés</i>	50	50	50
<i>Artemisia campestris</i>	II <sup>36</sup>	I	I
<i>Linaria vulgaris</i>	I <sup>3.6</sup>	I	.
<i>Rosa species</i>	I <sup>5</sup>	.	.
<i>Fragaria viridis</i>	IV	V <sup>4.2</sup>	IV
<i>Briza media</i>	II	IV <sup>15.1</sup>	II

Apsaimniekošana <i>Treatment</i>	Vākts <i>Mown</i>	Smalcināts <i>Mulched</i>	Kontrole <i>Control</i>
<i>Alchemilla vulgaris</i>	II	III <sup>6</sup>	I
<i>Galium boreale</i>	I	III <sup>7.7</sup>	I
<i>Dianthus deltoides</i>	I	III <sup>2.3</sup>	II
<i>Knautia arvensis</i>	I	II <sup>2.1</sup>	II
<i>Pimpinella saxifraga</i>	I	II <sup>2.4</sup>	I
<i>Sieglingia decumbens</i>	I	I <sup>6</sup>	I
<i>Primula veris</i>	I	II <sup>2.1</sup>	II
<i>Carex pallescens</i>	.	I <sup>5</sup>	I
<i>Carex panicea</i>	.	I <sup>4.6</sup>	.
<i>Hypericum perforatum</i>	III	III	IV <sup>6.3</sup>
<i>Rumex acetosella</i>	III	II	IV <sup>2.5</sup>
<i>Stellaria graminea</i>	II	II	IV <sup>3</sup>
<i>Phleum pratense</i>	II	II	IV <sup>6.2</sup>
<i>Filipendula vulgaris</i>	V	V	V
<i>Helictotrichon pratense</i>	V	V	V
<i>Plantago lanceolata</i>	V	V	V
<i>Achillea millefolium</i>	V	V	V
<i>Galium verum</i>	IV	IV	V
<i>Trifolium montanum</i>	IV	V	IV
<i>Festuca rubra</i>	IV	V	V
<i>Agrostis tenuis</i>	IV	III	III
<i>Poa angustifolia</i>	IV	IV	IV
<i>Festuca ovina</i>	III	III	II
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	III	IV	III
<i>Helictotrichon pubescens</i>	III	III	II
<i>Luzula campestris</i>	III	III	III
<i>Arabidopsis thaliana</i>	III	II	II
<i>Leucanthemum vulgare</i>	II	II	II
<i>Rumex acetosa</i>	II	I	I
<i>Hypochoeris radicata</i>	II	I	II
<i>Silene nutans</i>	I	II	II
<i>Veronica chamaedrys</i>	I	II	I

Veģētācijas attīstība dažādi apsaimniekotos parauglaukumos. Ordinācijas pirmā ass interpretējama kā sukcesija pēc cūku rakumu nolīdzināšanas (7. att.). Pie mazākajām pirmās ass vērtībām kompakto grupu veidoja 2013. gada parauglaukumi un pārējo gadu kontroles parauglaukumi, kur veģētācija bija relatīvi visnemainīgākā četru gadu periodā. Pie pirmās ass lielākajām vērtībām izvietojušies vāktie un smalcinātie parauglaukumi 2014., 2015. un 2016. gadā. Otrā ass izskaidroja nelielu variāciju un saistīta ar stiprām izmaiņām veģētācijā 2014. gadā pēc meža cūku rakumu noecēšanas. Par to liecina otrās ass korelācija ar kailas zemes segumu, kas 2014. gadā bija vislielākais, kā arī ar sugu skaita un kopējā lakstaugu seguma palielināšanos 2015. un 2016. gadā (8. att.). Ellenberga gaismas vērtība

palielinājās virzienā uz 2016. gada parauglaukumiem, kas skaidrojams ar zemo augu sugu atjaunošanos veģetācijā, kuras 2014. gadā bija pazudušas. Ellenberga slāpekļa vērtība palielinājās otrās ass lielāko vērtību virzienā, kur izkārtājušies 2014. gada parauglaukumi un kontroles parauglaukumi. Kontroles parauglaukumos ar slāpekli prasīgāku sugu lielāks daudzums skaidrojams ar lielāku barības vielu daudzumu kūlas uzkrāšanās dēļ. 2014. gadā pēc ecēšanas barības vielas atbrīvojās augu virszemes daļu un sakņu sadalīšanās dēļ, tādēļ pirmajā gadā pēc ecēšanas labāk atjaunojās konkurētspējīgākās un pēc barības vielām prasīgākās sugas, piemēram, parastā smilga *Agrostis tenuis*, sarkanā auzene *Festuca rubra*, pļavas timotiņš.

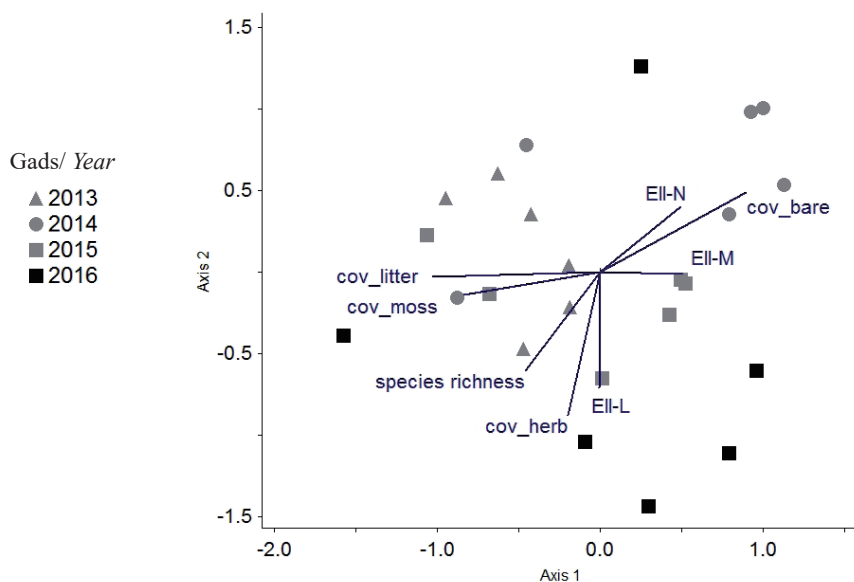


7. attēls. Nemetriskās daudzdimensiju mērogošanas ordinācijas diagramma. Atkārtojumu skaits reāliem datiem ir 71, kopējais “stress” ir 14,3, kopējā nestabilitāte – 0,00. Pirmā ordinācijas ass izskaidro 44 % un otrā ass – 9 % no kopējās variācijas (reālajiem datiem izmantots relatīvais Eiklīda attālums). Ar skaitli 13 norādīts 2013. gada parauglaukums.

Figure 7. NMDS ordination. Iterations with real data – 71, final stress 14.3, final instability 0.0. The first axis explains 44 %, the second axis – 9 % of the total variance (after-the-fact evaluation, relative Euclidean distance for real data). Number 13 indicates the position of plots in 2013. Treatment symbols in sequence: mown with removal outside and inside the fence, mulched outside and inside the fence, control outside and inside the fence.

Kopumā gan sugu daudzveidības dinamika, gan veģetācijas pārmaiņas atspoguļoja noecēšanas ietekmi un veģetācijas attīstību pēc tās, nevis atšķirības starp iežogotajiem un neiežogotajiem parauglaukumiem. Pēc 2013. gada meža cūku atkārtota rakšanās netika novērota ne 2014., ne 2015. gadā. Tas varētu būt saistīts ar to, ka iežogotie un neiežogotie parauglaukumi atradās tuvu blakus. Iežogojums, iespējams, atturēja meža cūkas tuvoties arī neiežogotajiem parauglaukumiem. Rakšanās atkal bija plaši notikusi visā zālājā 2016. gadā, taču parauglaukumos tā novērota tikai neiežogotajā kontroles parauglaukumā (8. att.). Ne smalcinātajā, ne vāktajā parauglaukumā ārpus žoga meža cūkas nebija rakušās. Tā, visdrīzāk, bija likumsakarība, jo meža cūkas bija intensīvi rakušās neiežogotajos kontroles

parauglaukumos, bet ecētajos laukumos nebija rakušās arī “Ailanku” un “Sateka I” paraugteritorijā. Acīmredzot divus trīs gadu pēc noecēšanas meža cūkām nav pietiekamas barības bāzes vai tās izvēlas vietas, kur tā ir bagātīgāka. Ecēšana samazina gan kukaiņu kāpuru izdzīvošanas iespēju, gan samazina sakņu biomasu.

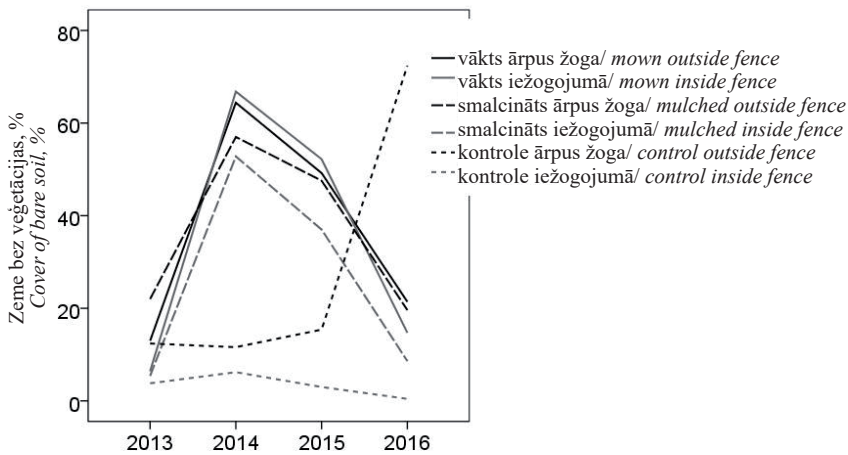


8. attēls. NMDS ordinācijas diagramma ar 6. attēlā izmantotajiem datiem (skat. 6. att.).

Vektori: EII-N – Ellenberga slāpekļa vērtība, EII-M – Ellenberga mitruma vērtība, EII-L – Ellenberga gaismas vērtība, cov\_bare – kailas zemes segums, cov\_litter – kūlas segums, cov\_moss – sūnu segums, cov\_herb – lakstaugu segums, species richness – sugu skaits.

Figure 8. NMDS ordination with the same data as in Fig. 6.

Vectors: EII-N – Ellenberg nitrogen, EII-M – Ellenberg moisture, EII-L – Ellenberg light, cov\_bare – cover of bare soil, cov\_litter – cover of litter, cov\_moss – cover of moss layer, cov\_herb – cover of herb layer.



9. attēls. Zemes bez veģetācijas seguma izmaiņas pa gadiem. Fotoattēlā pa kreisi intensīvi meža cūku rakumi neiežogotajā kontroles parauglaukumā 2016. gadā. Fotoattēlā pa kreisi meža cūku gandrīz neskartais vāktais parauglaukums ārpus žoga 2016. gadā. Foto: S. Rūsiņa.

Figure 9. Changes in cover of bare soil during the study period in all treatments. Treatments from above: mown with removal outside and inside the fence, mulched outside and inside the fence, control outside and inside the fence. Photo on the left – control plot outside the fence with abundant rootings in 2016, on the right – mown plot outside the fence almost undisturbed by wild boar in 2016. Photo: S. Rūsiņa.

**Vākto un smalcināto parauglaukumu veģetācijas attīstībā** nebija nozīmīgu atšķirību (rakstā nav detalizētāk apskatītas), un tas saistīts ar pārāk īso eksperimenta laiku. Smalcināšanas ietekme veģetācijā var neizpausties pat piecus un vairāk gadus (Tonn & Briemle, 2010), tomēr ar laiku tās ietekme izpaužas kā zālāja eitrofikācija, primārās produktivitātes palielināšanās un veģetācijas nomaiņa (Römermann *et al.*, 2009; Rūsiņa (red.), 2017).

Abu apsaimniekošanas veidu parauglaukumos pēc noecēšanas iezīmējās divi posmi. Ecēšanas gadā (2014. gads) veģetācija bija ļoti skraja, ar vidējo lakstaugu stāva segumu 30–40 % (2013. gadā tas bija 50–60 %). Būtiski samazinājās gan kopējais sugu skaits (vidēji par trim sugām uz 0,25 m<sup>2</sup>) (5., 6. att.), gan sugu segums. Visvairāk saruka



spradzenes, šaurlapu skarenes *Poa angustifolia*, pūkainās pļavauzītes *Helictotrichon pubescens* un kailās pļavauzītes sastopamība un segums. Pilnībā no parauglaukuma izzuda jau iepriekš reti sastopamas sugas: krūmāju sīpols *Allium oleraceum* un pavasara grīslis *Carex caryophyllea* (3. tabula).

Pēc tik nozīmīgas velēnas traucēšanas zālāju atjaunošanā parasti notiek viengadīgu rudērālu un nezālieņu sugu savairošanās zālājā (Kiehl *et al.*, 2010; Török *et al.*, 2011). Mūsu pētījuma teritorijā tas nebija vērojams. Vairums viengadīgo un divgadīgo augu sugu, kas pēc ecēšanas bija sastopamas, bija tipiskas sauso zālāju sugas: pavasara veronika *Veronica verna*, tīruma veronika *V. arvensis*, daudzgadīgā žultszālīte *Scleranthus perennis*, mataināis āboliņš *Trifolium arvense* u. c. No rudērālām sugām tikai divos laukumiņos bija konstatēta baltā balanda *Chenopodium album* un ložņu vārpata *Elytrigia repens*, bet 2015. gadā tās vairs nebija sastopamas.

2015. un 2016. gadā bija vērojama strauja zālāja veģētācijas atjaunošanās. Abos gados būtiski palielinājās 40 sugu sastopamība un segums (3. tabula). Sugu sastāvs liecināja, ka sākotnēji veidojas atmatai raksturīgas veģētācijas iezīmes, jo izteikti palielinājās parastās smilgas, parastās smaržzāles *Anthoxanthum odoratum*, sakņu pelūdes *Hypochoeris radicata*, sarkanās auzenes un parastās pīpenes *Leucanthemum vulgare* segums. Citos pētījumos noskaidrots, ka parastā smilga un sarkanā auzene ir pielāgojušās meža cūku rakšanās traucējumiem, veidojot noturīgu, rudērālām sugām raksturīgu sēklu banku un labi atjaunojoties pēc traucējuma (Bueno *et al.*, 2011b). Vienlaicīgi palielinājās arī sausam, kaļķainam zālājam raksturīgo sugu sastopamība un segums – spradzene, ziemeļu madara, parastā ziepenīte *Polygala vulgaris*, nokarenā plaukšķene *Silene nutans*, brūču pārkonamoliņš, kalnu āboliņš. Vairāku sausajiem zālājiem raksturīgo sugu, piemēram, lielziedu vīgrīzes *Filipendula vulgaris*, īstās madaras *Galium verum* un parastās trīsenes daudzums pēc ecēšanas būtiski nesamazinājās, kas liecina par nebūtisko šādas atjaunošanas ietekmi uz šīm sugām.

Kopumā veģētācijas attīstība nesekoja klasiskajam sukcesijas modelim, kas nosaka, ka pēc zālāja uzāršanas pirmajos gados dominē viengadīgas un divgadīgas augu sugas (nezāles), tad tās nomaina stīgojošo graudzāļu stadija, bet vēlāk attīstās skrajceru un blīvceru graudzāļu stadija (Tērauds, 1972).

Dažu sugu sastopamības pārmaiņas saistāmas ne vien ar ecēšanas ietekmi, bet arī ar sugu populāciju dinamiku. Piemēram, šaurlapu skarenes un pavasara grīšļa daudzums būtiski samazinājās ecēšanas gadā ne vien ecētajos, bet arī kontroles parauglaukumos. Kalnu āboliņa, matainā āboliņa un māršilu smiltenītes *Arenaria serpyllifolia* sastopamība palielinājās 2015. gadā visos parauglaukumos. Arī parastās ziepenītes sastopamība būtiski pieauga 2016. gadā visos parauglaukumos. Tomēr šīs sugas sastopamība izteiktāk pieauga tieši ecētajos parauglaukumos, kas netieši liecina par traucējuma pozitīvo ietekmi uz šo sugu atjaunošanos.

Kopumā veģētācijas pārmaiņas kontroles parauglaukumos norāda, ka vāktajos un smalcinātajos parauglaukumos aprakstītās veģētācijas pārmaiņas ir notikušas tieši ecēšanas ietekmē, nevis kāda cita nejauša vai pētījuma laikā neapzināta faktora ietekmē. Kontroles parauglaukumi netika ecēti, un tajos veģētācijas pārmaiņas četrus gadu periodā bija niecīgas (4. tabula).

3. tabula. Sugu sastopamības pārmaiņas četru gadu periodā vāktos un smalcinātos parauglaukumos (iežogotie un neiežogotie parauglaukumi apvienoti). Iekļautas tikai sugas ar sastopamību, kas lielāka par 20 %. Sastopamības klases: I – suga sastopama līdz 20 % viena parauglaukuma laukumīgu; II – 20–40 %, III – 40–60 % utt.; punkts – suga nav sastopama dotajā kokrētājā parauglaukumā. Augšrakstā uzticamības rādītājs  $\phi$  koeficients.

Tas norādīts tikai sugām, kurām tas pēc Fišera testa bija ar  $p < 0,05$

Table 3. Changes in species frequency during the four-year period in plots managed by mowing and hay removal and mowing with mulching. Fenced and non-fenced plots with the same management are combined. I – species is present in up to 20 % of small plots, II – 20–40 %, III – 40–60 %, etc. The dot indicates absence of species in the particular plot. Only species with constancy class II and higher are included.

Fidelity measure  $\phi$  coefficient is indicated in superscript (only with  $p < 0.05$ )

Gads Year	2013	2014	2015	2016
Parauglaukumu skaits Number of relevés	100	100	100	100
<i>Helictotrichon pratense</i>	V <sup>12.5</sup>	IV	V	IV
<i>Fragaria viridis</i>	IV <sup>4.6</sup>	II	IV	IV <sup>2.6</sup>
<i>Dianthus deltoides</i>	II <sup>1</sup>	I	I	III <sup>3.2</sup>
<i>Arabidopsis thaliana</i>	II <sup>1.9</sup>	I	II	II <sup>1.2</sup>
<i>Poa angustifolia</i>	IV <sup>7.4</sup>	II	III	II
<i>Helictotrichon pubescens</i>	III <sup>2.7</sup>	II	III	II
<i>Carex caryophylla</i>	I <sup>3.6</sup>	.	I	I
<i>Allium oleraceum</i>	I <sup>2.7</sup>	.	.	.
<i>Trifolium montanum</i>	IV	V	V <sup>1.3</sup>	V
<i>Hypochoeris radicata</i>	I	I	IV <sup>2.2</sup>	IV <sup>8.6</sup>
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	.	.	IV <sup>6</sup>	III <sup>2.8</sup>
<i>Acinos arvensis</i>	I	I	III <sup>3.6</sup>	II
<i>Cerastium semidecandrum</i>	.	.	II <sup>5.4</sup>	I
<i>Artemisia campestris</i>	I	I	II <sup>2.8</sup>	I
<i>Cerastium holosteoides</i>	I	I	I <sup>2.2</sup>	I <sup>1.3</sup>
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	I <sup>3.3</sup>	I
<i>Veronica arvensis</i>	.	I	I <sup>3.9</sup>	I
<i>Erophila verna</i>	.	.	I <sup>3.9</sup>	.
<i>Poa compressa</i>	.	I	I <sup>2.7</sup>	.
<i>Allium scorodoprasum</i>	.	.	I <sup>2.1</sup>	.
<i>Agrostis tenuis</i>	IV	V	V	V <sup>15.2</sup>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	III	II	IV	V <sup>16.4</sup>
<i>Festuca rubra</i>	IV	V	V	V <sup>7.9</sup>
<i>Luzula campestris</i>	III	II	III	V <sup>4.1</sup>
<i>Hypericum perforatum</i>	III	III	IV	V <sup>2.1</sup>
<i>Leucanthemum vulgare</i>	II	II	III	IV <sup>7.9</sup>
<i>Stellaria graminea</i>	II	II	IV <sup>2.3</sup>	IV <sup>1.5</sup>
<i>Rumex acetosella</i>	II	I	II	IV <sup>3.2</sup>
<i>Festuca ovina</i>	III	II	III	III <sup>4.1</sup>
<i>Phleum pratense</i>	II	III	III	III <sup>2.4</sup>
<i>Galium boreale</i>	II	II	II	III <sup>1.6</sup>

Gads Year	2013		2014		2015		2016	
<i>Polygala vulgaris</i>	I		I		I		III	5.4
<i>Pilosella officinarum</i>	I		II		II		III	5.6
<i>Silene nutans</i>	II		I		II		II	1.6
<i>Veronica chamaedrys</i>	I		I		II		II	1.5
<i>Anthyllis vulneraria</i>	I		I		I		II	5.6
<i>Carex ericetorum</i>	.		I		I		I	2.4
<i>Dactylis glomerata</i>	I		I		I		I	4.2
<i>Viscaria vulgaris</i>	I		I		I		I	1.2
<i>Melampyrum pratense</i>	.		.		.		I	4.7
<i>Sieginglia decumbens</i>	I		I		I		I	5.3
<i>Rhinanthus minor</i>	I		.		I		I	3.1
<i>Betula pendula</i>	I		.		.		I	2.9
<i>Linum catharticum</i>	I		.		I		I	2
<i>Achillea millefolium</i>	V		V		V		V	
<i>Filipendula vulgaris</i>	V		V		V		V	
<i>Plantago lanceolata</i>	V		V		V		V	
<i>Galium verum</i>	IV		IV		IV		IV	
<i>Briza media</i>	III		II		III		III	
<i>Knautia arvensis</i>	II		II		II		II	
<i>Alchemilla vulgaris</i>	II		II		II		II	
<i>Scleranthus perennis</i>	I		I		II		III	
<i>Pimpinella saxifraga</i>	I		I		I		II	
<i>Rumex acetosa</i>	I		I		I		II	

4. tabula. Sugu sastopamības un seguma izmaiņas četrus gadu periodā kontroles parauglaukumos (iežogotie un neiežogotie parauglaukumi apvienoti). Iekļautas tikai sugas ar sastopamību virs 20 %. Augšrakstā uzticamības rādītājs  $\phi$  koeficients. Tas norādīts tikai sugām, kurām tas pēc Fišera testa bija ar  $p < 0,05$

Table 4. Changes in species frequency and cover during the four-year period in control plots. Fenced and non-fenced plots with the same management are combined. I – species is present in up to 20 % of small plots, II – 20–40 %, III – 40–60 %, etc. The dot indicates absence of species in the particular plot. Only species with constancy class II and higher are included. Fidelity measure  $\phi$  coefficient is indicated in superscript (only with  $p < 0.05$ )

Gads Year	2013		2014		2015		2016	
Laukumu skaits Number of relevés	50		50		50		50	
<i>Poa angustifolia</i>	IV	4.7	III		III		I	
<i>Rumex acetosella</i>	IV	3.3	II		I		II	
<i>Acinos arvensis</i>	I	3.9	.		.		.	
<i>Carex caryophylla</i>	I	5.7	.		.		.	
<i>Helictotrichon pubescens</i>	II		IV	2	III		II	
<i>Trifolium montanum</i>	IV		IV		V	5.5	IV	
<i>Stellaria graminea</i>	IV		III		IV	1.7	III	
<i>Luzula campestris</i>	III		III		IV	6.6	IV	

Gads Year	2013	2014	2015	2016
<i>Festuca ovina</i>	II	III	IV 5.1	III
<i>Rhinanthus minor</i>	I	I	I 2	I
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	I	.	I 4.4	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	I	I 3.3	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	.	I	I 4.6	.
<i>Polygala vulgaris</i>	I	I	I	II 4.5
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	I	I	I 2.5
<i>Filipendula vulgaris</i>	V	V	V	V
<i>Plantago lanceolata</i>	V	V	V	V
<i>Helictotrichon pratense</i>	V	V	V	V
<i>Achillea millefolium</i>	V	V	V	V
<i>Festuca rubra</i>	V	IV	V	V
<i>Galium verum</i>	V	V	V	V
<i>Hypericum perforatum</i>	IV	V	V	V
<i>Fragaria viridis</i>	IV	IV	V	V
<i>Phleum pratense</i>	IV	III	IV	III
<i>Agrostis tenuis</i>	III	IV	IV	III
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	III	III	III	III
<i>Briza media</i>	II	III	III	II
<i>Arabidopsis thaliana</i>	II	I	II	II
<i>Primula veris</i>	II	II	II	II
<i>Silene nutans</i>	II	II	II	II
<i>Leucanthemum vulgare</i>	II	II	II	II
<i>Dianthus deltooides</i>	II	II	II	I
<i>Hypochoeris radicata</i>	II	I	II	II
<i>Knautia arvensis</i>	II	II	I	I
<i>Alchemilla vulgaris</i>	I	I	II	I
<i>Galium boreale</i>	I	I	I	II

### Priekšlikumi zālāju biotopu atjaunošanai

Meža cūku rakumu nolīdzināšana ar ecēšanu sausā, kaļķainā zālājā, kas atrodas plašākā zālāju ainavā un nesatur nozīmīgus nezālieņu un ruderalo augu sugu sēkļu resursus, nerada nozīmīgu biotopa kvalitātes pasliktināšanos, un atjaunošanās ir ļoti ātra un sekmīga. Šādās situācijās var rekomendēt meža cūku rakumu nolīdzināšanu ar ecēšanu, šķīvošanu vai citu kultivēšanas veidu. Tomēr tas jā dara tā, lai nerastos situācija, ka nav diasporu (veģetatīvu vai ģeneratīvu), no kurām veģētācija īsā laikā varētu atjaunoties. Šajā pētījumā ecēšanas laikā saglabāti aptuveni 25 % no velēnas, lai arī tā tika saraustīta un izkliedēta. Lai samazinātu atjaunošanās riskus, tas rekomendējams arī citās līdzīgās atjaunošanas vietās. Iespējams, biotopa kvalitāte pasliktinātos, ja ecēšana būtu jāatkārto katru gadu pēc meža cūku rakšanās. Rakšanās var atkārtoties katru gadu vienā un tajā pašā vietā, ja dažādu iemeslu dēļ meža cūku uzturēšanās laiks katrā rakšanās reizē

ir samērā īss, piemēram, citu savvaļas dzīvnieku vai cilvēka radīta traucējuma dēļ (Gallo Orsi *et al.*, 1995).

### *Turpmākie pētījumi*

Turpmākie pētījumi būtu jāveic, lai noskaidrotu atkārtotas ecēšanas ietekmi uz veģetācijas atjaunošanos. Atkārtota ecēšana var pastiprināt meža cūku izraisītās pārmaiņas veģetācijā un augsnes sēklu bankā. Abi traucējumi sekmē sēklu bankas pāriešanu no ilglaicīgas pastāvīgas uz īslaicīgu pastāvīgu vai pat pārejošu sēklu banku, kas ilgtermiņā var radīt nozīmīgas veģetācijas struktūras pārmaiņas (Bueno *et al.*, 2011a). Salīdzinājumā ar sīkiem traucējumiem (kurmju rakumi un nelieli meža cūku rakumi), kas veicina sugu uzdīgšanu no sēklām un ieviešanos veģetācijā, lieli un plaši velēnas traucējumi nevis veicina sugu dīgšanu, bet sēklu bankas noplicināšanos un homogenizēšanos. Tādēļ gan bieža rakšanās, gan bieža rakumu ecēšana apdraud zālāja biodaudzveidību un veicina ilgtermiņa pārmaiņas veģetācijas sastāvā un struktūrā, virzot to no veģetācijas ar lielu stresolerantu sugu (pārsvarā stenobionti) īpatsvaru uz veģetāciju ar konkurentu un ruderālu sugu (pārsvarā eirbionti) pārsvaru.

Vēl viens pētījumu virziens ir noskaidrot, vai un cik gadus pēc kārtas meža cūku rakšanās teritorijā būtiski samazinās pēc noecēšanas. To varētu ietekmēt barības raksturs sausajos zālajos. Ar zālājiem bagātās ainavās kalnu reģionos noskaidrots, ka sliekas var veidot līdz pat 95 % no visas barības bāzes periodos, kad tās meža cūkām ir pieejamas (Baubet *et al.*, 2003). Latvijā līdz šim nav pētījumu par slieku daudzumu sausos dabiskos zālajos. Iespējams, ka tur meža cūkas meklē cita veida barību (augu saknes, kukaiņu kāpurus u. c.). Meža cūku uzturēšanās zālājā ir ilgāka, ja tās netiek traucētas. Tad cūkas uzrok velēnu lielās platībās. Šādās vietās nākamajā gadā meža cūkas atgriežas retāk, nekā mazāk uzraktās vietās (Gallo Orsi *et al.*, 1995).

### SECINĀJUMI

1. Sausā zālāja augu sugu daudzveidība pēc meža cūku rakumu noecēšanas strauji saruka, bet atkal palielinājās nākamajos divos gados, un 2016. gadā bija būtiski lielāka nekā 2013. gadā.
2. Pēc meža cūku rakumu noecēšanas netika novērota viengadīgo un divgadīgo nezāļu ekspansija. Pirmajos gados pēc ecēšanas veidojās sausi atmatai līdzīga veģetācija ar graudzāļu – parastās smilgas, sarkanās auzenes un parastās smaržzāles dominanci, tomēr arī sausa, kaļķaina zālāja raksturīgajām sugām bija tendence gan saglabāties jau pirmajā gadā pēc ecēšanas, gan atjaunoties vēlākajos gados.
3. Lielākas veģetācijas atšķirības bija novērojamas starp ecētajiem un necētajiem parauglaukumiem, nekā starp iežogotajiem un neiežogotajiem parauglaukumiem, jo meža cūku atkārtota rakšanās pēc 2013. gada gandrīz nenotika.

4. Meža cūku rakumu saudzīga noecēšana, kas saglabā izkliedētus velēnas fragmentus vismaz 25 % no augsnes virskārtas, ir rekomendējama sausu, dabisku zālāju biotopu atjaunošanā plašās zālāju ainavās, kur nav nozīmīgas viengadīgo un daudzgadīgo nezāļu diasporu bankas. Intensīvas lauksaimniecības ainavās šāda atjaunošana jāizmanto piesardzīgi, jo tā var izraisīt nezāļu ekspansiju un kavēt dabiska zālāja biotopa atjaunošanos.

## PATEICĪBAS

Pētījums uzsākts un lauka darbi 2013.–2015. gadā veikti LIFE programmas finansēta projekta “Natura 2000 teritoriju nacionālā aizsardzības un apsaimniekošanas programma” (LIFE11 NAT/LV/000371, *NAT-PROGRAMME*, 2012–2017) ietvaros. Izsakām pateicību Raitam Čakstiņam par iespēju veikt eksperimentu viņa apsaimniekotajos zālajos un par rūpīgo eksperimentālo atjaunošanas darbu veikšanu.

## LITERATŪRA

- Baubet, E.C., Ropert-Coulter, Y., and Brandt, S., 2003. Seasonal and annual variations in earthworm consumption by wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.). *Wildlife Research* 30: 179–186.
- Bueno, C.G., Reine, R., Alados, C.L., and Gomez-Garcia, D., 2011a. Effects of large wild boar disturbances on alpine soil seed banks. *Basic and Applied Ecology* 12: 125–133.
- Bueno, C.G., Barrio, I.C., Garcia-Gonzalez, R., Alados, C.L., and Gomez-Garcia, D., 2011b. Assessment of wild boar rooting on ecological and pastoral values of alpine Pyrenean grasslands. *Pirineos. Revista de Ecologia de Montana* 166: 51–67.
- Dai, X., 1998. Small-scale species patterns and associations in an alvar limestone grassland on Oland, Sweden. *Folia Geobotanica* 33: 147–158.
- Dabas aizsardzības pārvalde, 2016. *Īpaši aizsargājamās dabas teritorijas dabas lieguma “Ances purvi un meži” dabas aizsardzības plāns*. Izstrādātājs: SIA “Metrum”. Dabas aizsardzības pārvalde, [http://www.daba.gov.lv/upload/File/DAPi\\_apstiprin/DL\\_Ances\\_purvi\\_mezi\\_16.pdf](http://www.daba.gov.lv/upload/File/DAPi_apstiprin/DL_Ances_purvi_mezi_16.pdf) (skatīts 05.01.2017.).
- Ellenberg, H., Weber, H., Dull, R., Wirth, V., Werner, W., and Paulissen, D., 1992. Zeigerverte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18.
- Gallo Orsi, U., Sicuro, B., Durio, P., Canalis, L., Mazzoni, G., Serzotti, E., and Chiariglione, D., 1995. Where and when: the ecological parameters affecting wild boars choice while rooting in grasslands in an alpine valley. *IBEX. Journal of Mountain Ecology* 3: 160–164.
- Gortazar, C., Ruiz-Fons, J.F., and Hofle, U., 2016. Infections shared with wildlife: an updated perspective. *European Journal of Wildlife Research* 62(5): 511–525.
- Hennekens, S.M., and Schaminée, J.H.J., 2001. TURBOVEG, a comprehensive database

- management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12(4): 589–591.
- Herben, T., Krahulec, F., Hadincova, V., and Kovarova, M., 1993. Small-scale spatial Dynamics of plant species in a grassland community over six years. *Journal of Vegetation Science* 4: 171–178.
- Kiehl, K., Kirmer, A., Donath, T., Rasran, L., and Hölzel, N., 2010. Species introduction in restoration projects – evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. *Basic and Applied Ecology* 11: 285–299.
- Kupča, L., un Rūsiņa, S., 2016. Sauso zālāju biotopu aizsardzības stāvoklis dabas parkā “Abavas senleja”. *Latvijas Veģetācija* 25: 81–104.
- Laizāns, T., 2016. *Āfrikas cūku mēra ietekme uz mežacūku populāciju Latvijā. Bakalaura darbs*. Rīga: Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte.
- LVGD Kwartārģeoloģija. *Valsts ģeoloģijas dienesta Kwartāra nogulumu karšu mozaīka mērogā 1:200 000*. LU ĢZZF WMS. <http://kartes.geo.lu.lv>.
- Massei, G., and Genov, P.V., 2004. The environmental impact of wild boar. *Galemys* 16: 135–145.
- Massei, G., Kindberg, J., Licoppe, A., Gačić, D., Šprem, N., Kamler, J., Baubet, E., Hohmann, U., Monaco, A., Ozoliņš, J., Cellina, S., Podgórski, T., Fonseca, C., Markov, N., Pokorny, B., Rosell, C., and Náhlik, A., 2015. Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science* 71: 492–500.
- Mc Cune, B., and Grace, J.B., 2002. *Analysis of Ecological Communities*. Glenden Beach, Oregon: MjM Software Desig.
- Mur, L., Boadella, M., Martinez-Lopez, B., Gallardo, C., Gortazar, C., and Sanchez-Vizcaino, J.M., 2012. Monitoring of African swine fever in the wild boar population of the most recent endemic area of Spain. *Transboundary and Emerging Diseases* 59(6): 526–531.
- Palacio, S., Guillermo Bueno, C., Azorin, J., Maestro, M., and Gomez-Garcia, D., 2013. Wild-boar disturbance increases nutrient and C stores of geophytes in subalpine grasslands. *American Journal of Botany* 100(9): 1790–1799.
- Poore, M.E.D., 1955. The Use of Phytosociological Methods in Ecological Investigations: I. The Braun-Blanquet System. *Journal of Ecology* 43(1): 226–244.
- Pārtikas un Veterinārais dienests, 2017. ĀCM ierobežojumi, interaktīvā karte. <https://www.zm.gov.lv/partikas-un-veterinarais-dienests/statiskas-lapas/acm-ierobejojumi-interaktiva-karte?id=7790#jump>.
- Romermann, C., Bernhardt-Romermann, M., Kleyer, M., and Poschlod, P., 2009. Substitutes for grazing in semi-natural grasslands – do mowing or mulching represent valuable alternatives to maintain vegetation structure. *Journal of Vegetation Science* 20: 1086–1098.
- Rūsiņa, S., 2007. Latvijas mezofīto un kserofīto zālāju daudzveidība un kontaktsabiedrības. *Latvijas Veģetācija* 12: 1–366.

- Rūsiņa, S. (red.), 2017. *Vadlīnijas aizsargājamo biotopu saglabāšanai Latvijā: III Pļavas un ganības*. Sigulda: Dabas aizsardzības pārvalde.
- Smagare, S., 2015. *Mežacūkas Latgalē siro lauksaimniecības zemēs, postot zālājus*. LSM, 28. maijs. <http://www.lsm.lv/lv/raksts/latvija/zinas/mezcukas-latgale-siro-lauksaimniecibas-zemes-postot-zalajus.a131401/> (skatīts 05.01.2017.).
- Tērauds, V., 1972. *Pļavas un ganības*. Rīga: Zinātne.
- Tichý, L., 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13(3): 451–453.
- Tonn, B., and Briemle, G., 2010. Minimum management intensity for maintaining and improving biodiversity of a mesotrophic semi-natural grassland. In: Schnyder, H. *et al.* (eds.) *Grasslands in a changing world. Grassland science in Europe* 15: 745–748.
- TOPO 10K PSRS. *Bijušās PSRS armijas ģenerālštāba 42. gada sistēmas topogrāfisko karšu mozaīka mērogā 1:10 000*. LU ĢZGF WMS. <http://kartes.geo.lu.lv>.
- Török, P., Vida, E., Deák, B., Lengyel, S., and Tóthmérész, B., 2011. Grassland restoration on former croplands in Europe: an assessment of applicability of techniques and costs. *Biodiversity and Conservation* 20: 2311–2332.
- Valsts meža dienests, 2017. *Valsts meža dienests. 2016. gada publiskais pārskats*. Rīga. [https://www.zm.gov.lv/public/files/CMS\\_Static\\_Page\\_Doc/00/00/01/06/16/Publiskais\\_parskats\\_2016.pdf](https://www.zm.gov.lv/public/files/CMS_Static_Page_Doc/00/00/01/06/16/Publiskais_parskats_2016.pdf).
- Wilsey, B.J., and Potvin, C., 2000. Biodiversity and ecosystem functioning: importance of species evenness in an old field. *Ecology* 81(4): 887–892.
- Zobel, M., 1997. The relative role of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence. *Trends in Ecology and Evolution* 12: 266–269.
- Zobel, M., Otsus, M., Liira, J., Moora, M., and Mols, T., 2000. Is small-scale species richness limited by seed availability or microsite availability? *Ecology* 81: 3274–3282.



THE INFLUENCE OF SMOOTHING OF WILD BOAR ROOTED  
DRY GRASSLAND ON REGENERATION OF PLANT SPECIES  
DIVERSITY AND VEGETATION

Solvita Rūsiņa, Dāvis Bahmanis, Dace Sāmīte, Baiba Galniece

Summary

The aim of the article was to find out the impact of smoothing of wild boar rootings on restoration success of dry calcareous semi-natural grassland. The research was conducted in dry grasslands of the Rinda and Irbe river floodplains and was based on four years vegetation records during the period from 2013 to 2016. The results indicate that smoothing of wild boar rootings by damaging up to 80 % of the turf had a positive effect on dry grassland species diversity and vegetation recovery in semi-natural landscapes with negligible amount of synanthropic habitats. Such restoration should be applied with caution in landscapes rich in intensive agricultural land. Additional restoration activities may be required, for instance, suppression of weeds.

Key words: semi-natural grassland, *Sus scrofa*, rooting, tilling, succession, vegetation.



## EPIFĪTISKĀS SŪNAS UN ĶĒRPJI PARASTĀ SKĀBARŽA *CARPINUS BETULUS* MEŽOS LATVIJĀ

**Līga Strazdiņa**

Latvijas Universitātes Botāniskais dārzs,  
E-pasts: liga.strazdina@lu.lv

Latvijā līdz šim epifītisko sūnu un ķērpju sugu bagātība mežos ar parasto skābardi *Carpinus betulus* L. pētīta maz. Tā kā parastā skābarža izplatība klimata pasiltināšanās ietekmē valstī palielinās, nākotnē šī suga var kļūt par nozīmīgu elementu lapukoku mežos. Lai izprastu parastā skābarža lomu epifītu sastopamībā, pētījums veikts sugas izplatības centrā Latvijā – Dienvidrietumkurzemē. Četros parauglaukumos uz astoņu koku sugām konstatētas 28 sūnu un 10 ķērpju sugas, ieskaitot astoņas sūnu un trīs ķērpju signālsugas (t. i., retas, aizsargājamas un/vai dabisko meža biotopu indikatorsugas). Lielākā epifītu bagātība noteikta uz parastā skābarža, parastās liepas *Tilia cordata*, parastā oša *Fraxinus excelsior* un parastās ievas *Padus avium*. Sūnu un ķērpju bagātību uz koka būtiski ietekmē visi mērītie parametri – stumbra apkārtmērs, vecums un lapotnes vainaga projekcija.

Raksturvārdi: ekoloģija, kriptogāmi, lapukoku meži.

### IEVADS

Sūnas un ķērpji ir samērā lēnaudzīgi un ilgmūžīgi organismi, tādēļ tie ir piemēroti ekoloģijas pētījumos, kuru mērķis ir noskaidrot meža kontinuitātes ietekmi uz sugu daudzveidību. Zināms, ka sūnas un ķērpji ir jutīgi pret tādiem vides faktoriem kā gaismas intensitāte un gaisa mitrums, radot iespēju izvērtēt meža struktūras dažādību. Tāpat daudzi kriptogāmi ir izteikti specifiski noteiktai forofīta sugai vai sugu grupai (piemēram, koku sugām ar bāzisku vai skābu mizas pH vērtību (Barkman, 1958)), tādēļ tie kalpo kā labi indikatori kopējai meža daudzveidības noteikšanai.

Visvairāk pētījumu par epifītu sastopamību un ekoloģiju mežos ar parasto skābardi *Carpinus betulus* L. veikti šīs koka sugas dabiskās izplatības areāla centrā – Centrāleiropā, piemēram, Ungārijā (Szövényi *et al.*, 2004; Király & Ódor, 2010), Francijā (Ouin *et al.*, 2015), kā arī Lielbritānijā (Bates *et al.*, 2004). Latvijā epifītus parastā skābarža audzē dabas liegumā “Dunika” pētījusi A. Mežaka un kolēģi (Mežaka u. c., 2007). Tomēr mērķtiecīga epifītisko kriptogāmu saistība ar šo koku sugu analizēta nepietiekami.

Latvijā parastais skābardis 19. gs. un 20. gs. sākumā bija sastopams dabiskās populācijās un apstādījumos tikai Dunikas, Rucavas, Bārtas un Kalētu apkārtņē, kopā aptuveni 600 ha platībā (Kiršteins & Eiche, 1933). Parastā skābarža populācija pēc intensīvas mežizstrādes 19. gs. beigās strauji samazinājās, tomēr mūsdienās ir atjaunojusies un saglabājusies stabila un daudzskaitlīga. Kā norāda dažādos laika periodos ievākti dati (Dabas aizsardzības pārvalde, 2017), sugas izplatība Latvijā palielinās – uz ziemeļiem tālākā atradne konstatēta Durbes novada Vecpils pagastā, Aizputes mežniecībā (novēroja D. Dzintare, 1997), uz austrumiem – Jelgavas novada Zaļenieku pagastā Svirlaukas mežniecībā pie Zaļenieku muižas (novēroja G. Leiburgs, 2003). Lai arī literatūrā nav

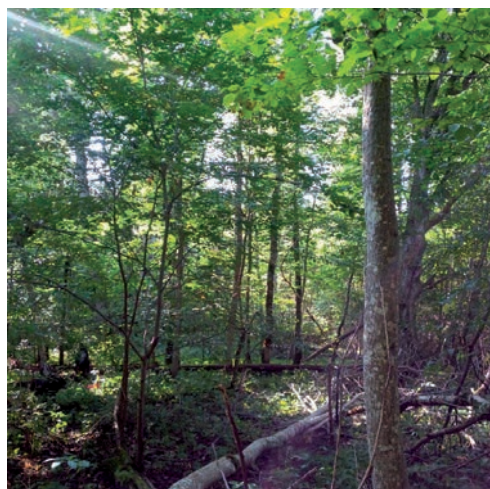
norādes, vai jaunajās atradnēs esošie koki ir dabiskas izcelsmes vai stādīti, atradņu skaits Latvijā liecina par vides apstākļu piemērotību šīs koku sugas izplatībai. Iespējams, ka tas saistāms ar klimata pasiltināšanos, jo parastā skābarža izplatīšanos veicina maigas pavasara salnas, liels nokrišņu daudzums un salīdzinoši augsta gaisa temperatūra ziemā.

Parastais skābardis ir relatīvi īsmūžīga un ēncietīga koku suga. Gan Latvijā, gan citur Eiropā parastā skābarža tīraudzes veidojas reti un tikai ar mežsaimniecisku iejaukšanos. Latvijā dabiski parastais skābardis sastopams piemistrojumā citām lapu koku sugām (parastā apse *Populus tremula*, parastā liepa *Tilia cordata*, parastā kļava *Acer platanoides*, parastais ozols *Quercus robur*, parastais osis *Fraxinus excelsior*, parastā vīksna *Ulmus laevis*), kā arī parastajai eglei *Picea abies* (Kiršteins & Eiche, 1933). Eiropā parastais skābardis veido audzes ar ozoliem, ošiem, liepām, kļavām, parasto dižskābardī *Fagus sylvatica*. Tipiskas parastā skābarža augu sabiedrības sastopamas Austrijā, Beļģijā, Dānijā, Francijā, Itālijā, Lielbritānijā, Nīderlandē, Slovēnijā, Šveicē, Ungārijā un Vācijā (Larsson *et al.*, 2001).

## MATERIĀLS UN METODES

Pētījums veikts 2016. un 2017. gadā desmit teritorijās ar atšķirīgu dominējošo sugu koku stāvā. Pētītas četras parastā skābarža, trīs parastā dižskābarža un trīs parastās vīksnas mežaudzes. Apsēkotās teritorijas ar parasto skābardī ir: (1) *Liepnieki* – dabas liegumā “Sventājas upes ieleja”, Rucavas pagastā pie “Laipniekiem”, X 329052, Y 6227858 (šeit un turpmāk koordinātes norādītas LKS-92 sistēmā); (2) *Lukna* – dabas liegumā “Dunika”, Dunikas pagastā, ierīkoti divi parauglaukumi: *Lukna-1* – X 339041, Y 6235847, *Lukna-2* – X 338951, Y 6235820; (3) *Mazgramzda* – dabas liegumā “Ruņupes ieleja”, Priekules pagastā, pie “Rudzīšiem”, X 354879, Y 6252488 (1., 2. att.).

Pētījuma teritorijas izvēlētas iepriekš zināmās parastā skābarža atradnēs. Šī koku suga, tās izplatības areāls un ekoloģija Latvijā pētīta kopš 20. gs. sākuma, kad sagatavota pirmā sugas izplatības karte (Kiršteins & Eiche, 1933). Pēdējo 20 gadu laikā konstatētas jaunas parastā skābarža atradnes Dienvidkurzemē un Dienvidrietumzemgalē (2. att.). Parauglaukumā *Liepnieki* parastā ozola-parastā skābarža audzēs bioloģiskā daudzveidība raksturota projekta “Natura 2000 teritoriju nacionālā aizsardzības un apsaimniekošanas programma” (LIFE11 NAT/LV/000371) ietvaros (Laime, 2014). Parauglaukumā *Mazgramzda* parastā skābarža uzskaitē, stumbra apkārtmēra, augstuma un koku kvalitātes noteikšana veikta dabas lieguma “Ruņupes ieleja” dabas aizsardzības plāna izstrādes ietvaros. Reģistrēts 31 parastais skābardis, no tiem četri dižkoki, ieskaitot Latvijā resnāko zināmo Ruņas skābardī (stumbra apkārtmērs 3,67 m) (Priedniece (red.), 2015). Atbilstoši Eiropas Savienības nozīmes biotopu klasifikācijai, parastā skābarža audzes tiek klasificētas kā aizsargājams biotops “9160 Ozolu meži (ozolu, liepu un skābaržu meži)” (iekļauts Padomes Direktīvas 92/43/EEK (21.05.1992.) par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību I pielikumā).



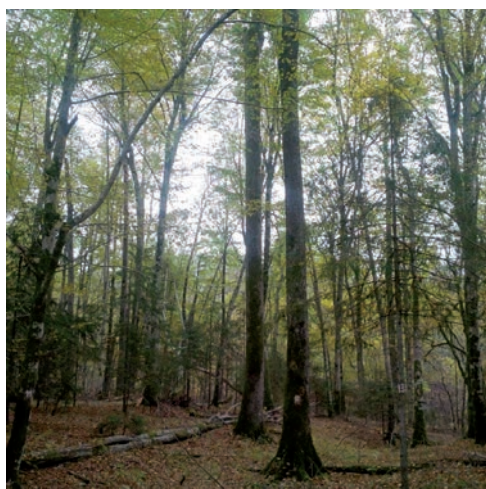
(a)



(b)



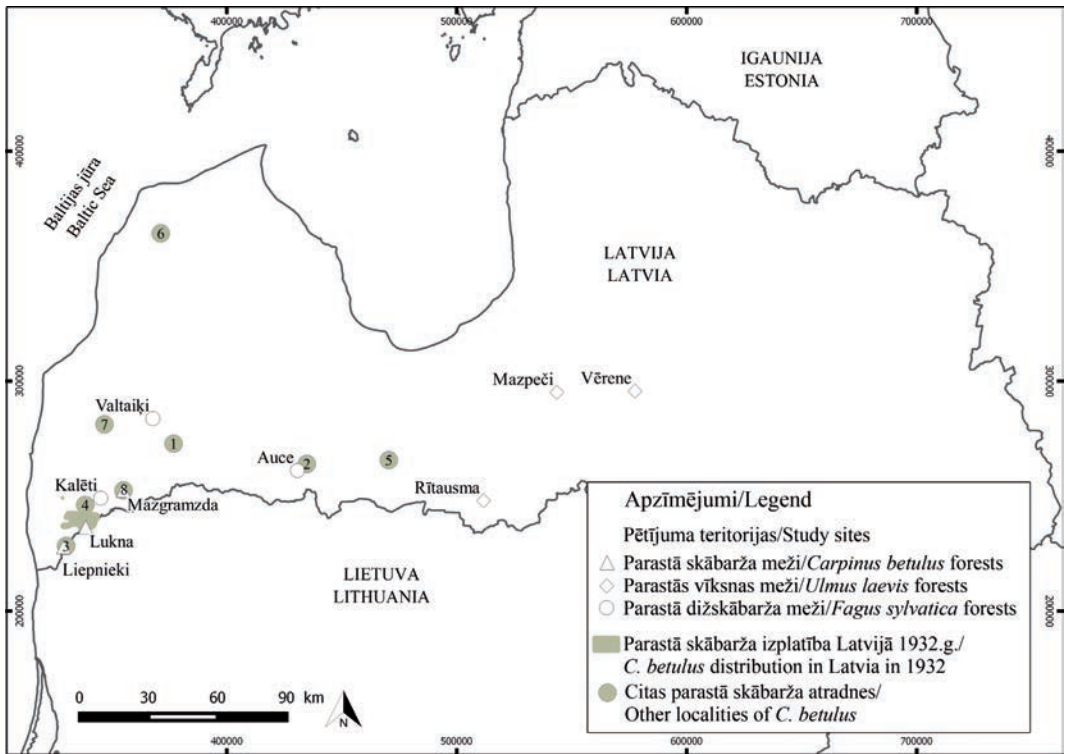
(c)



(d)

1. attēls. Apsēkotās parastā skābarža audzes: (a) *Liepnieki*, (b) *Mazgramzda*, (c) *Lukna-1*, (d) *Lukna-2*. Foto: L. Strazdiņa (2016. gads).  
*Figure 1. Studied Carpinus betulus forests: (a) Liepnieki, (b) Mazgramzda, (c) Lukna-1, (d) Lukna-2. Photo: L. Strazdiņa (2016).*

Pārējās pētījuma teritorijas atrodas Kurzemes un Zemgales dienvidu daļā un Ogres upes ielejā Vidzemē (2. att.). Parastā dižskābarža meži apsēkoti Priekules novada Kalētos (X 345143, Y 6249047), Skrundas novada Valtaiķos (X 367791, Y 6283696) un Auces novada Aucē (X 430723, Y 6261062). Parastās vīksnas meži apsēkoti Ogres novada Mazpečos (X 543529, Y 6295070), Ogres novada Vērenē (X 577515, Y 6295599) un Bauskas novada Rītausmā (X 511610, Y 6247872).



2. attēls. Pētīto teritoriju izvietojums un *Carpinus betulus* izplatība Latvijā. Citas parastā skābarža atradnes: 1 – A. Opmanis, 07.10.2017.; 2 – J. Gailis, 20.05.2011.; 3 – B. Laime, 1998; 4 – D. Dzintare, 1998.; 5 – G. Leiburgs, 25.06.2003.; 6 – vēsturiska, nepārbaudīta atradne Popē, 03.07.1966.; 7 – D. Dzintare, 13.08.1997.; 8 – U. Suško, 31.07.2014.

Avots: Dabas aizsardzības pārvalde, dabas datu pārvaldības sistēma “Ozols”, 2017; dabas novērojumu portāls “Dabasdati.lv”, 2017.

Figure 2. Location of study sites and distribution of *Carpinus betulus* in Latvia. Other localities of *C. betulus*: 1 – A. Opmanis, 07.10.2017.; 2 – J. Gailis, 20.05.2011.; 3 – B. Laime, 1998.; 4 – D. Dzintare, 1998.; 5 – G. Leiburgs, 25.06.2003.; 6 – historical locality in Pope, 03.07.1966.; 7 – D. Dzintare, 13.08.1997.; 8 – U. Suško, 31.07.2014.

Source: Nature Conservation Agency, Nature Data Management System “Ozols”, 2017; nature observation portal “Dabasdati.lv”, 2017.

Pētījumā visās apsekotajās teritorijās ierīkots riņķveida parauglaukums ar 30 m diametru. Katrā parauglaukumā nejauši izvēlēti pieci koki no katras sastopamās koka sugas. Katram kokam mērīts stumbra diametrs 1,5 m augstumā un novērtēta koka vainaga diametra horizontālā projekcija uz zemes virsmas (datu analizē izmantota vidējā vērtība), atsevišķiem kokiem ar Preslera svārpstu ievākti koksnes paraugi vecuma noteikšanai. Epifīti uzskaitīti uz stumbra – no pamatnes līdz 2 m augstumam. Sūnu sugām noteikts projektīvais segums procentos uz katra koka, ķērpju sugas parauglaukumos raksturotas ar “ir” vai “nav” katrai koku sugai, nevis atsevišķi uz katra koka.

Parastā skābarža parauglaukumos Liepniekos, Luknā un Mazgramzdā epifītiskās sūnas un ķērpji pētīti uz 62 kokiem no astoņām pētījuma vietās konstatētajām koku sugām, visvairāk uz parastā skābarža (20 koki), parastās liepas (13 koki) un parastās egles (10 koki) (1. tabula). Parastā dižskābarža parauglaukumos Kalētos, Valtaiķos un Aucē un parastās vīksnas parauglaukumos Rītausmā, Mazpečos un Vērenē kopā pētīti 80 koki no 13 koku sugām. Visvairāk apsekoti dižskābarži un vīksnas (katrai 15 koki), ozoli (10), kļavas (8), ievas (7) un oši (6).

Datu statistiskā analīze veikta ar programmu *PC-ORD* (McCune & Mefford, 1999), izmantota *DECORANA* ordinācija (*Detrended Correspondence Analysis*) un indikatorsugu analīze (*Indicator Species Analysis*). Ordinācijā iekļauti parastā skābarža parauglaukumos konstatēto sūnu sugu projektīvā seguma dati (procentos), kuru saistība testēta ar šādiem faktoriem: koka diametrs, vainaga projekcija, vecums, koka suga. Indikatorsugu analīze veikta, lai noteiktu, uz kādām apsekotajām koku sugām ir statistiski būtiski sastopamas parastā skābarža parauglaukumos konstatētās sūnu un ķērpju sugas. Izpildīts randomizācijas tests (4999 permutācijas) un Monte-Karlo būtiskuma tests.

## REZULTĀTI UN DISKUSIJA

### *Epifītisko sugu bagātība parastā skābarža parauglaukumos*

Visos parastā skābarža parauglaukumos kopā konstatētas 28 sūnu un 10 ķērpju sugas, no tām astoņas sūnu un trīs ķērpju sugas ir retas, aizsargājamas un/vai dabisko meža biotopu indikatorsugas (tālāk tekstā – signālsugas) (1. tabula).

Biežāk sastopamās sūnu sugas pētītajās teritorijās ir ciprešu hipns *Hypnum cupressiforme* (konstatēts uz 51 koka), plakanā skrāpīte *Radula complanata* (39), tievā gludlape *Homalia trichomanoides* (22). Četras sūnu sugas katra konstatēta uz 16 kokiem (struplapu īsvācelīte *Brachythecium rutabulum*, lapsastes vienādvācelīte *Isothecium alopecuroides*, parastā vāverastīte *Leucodon sciuroides*, parastā sprogaine *Ulota crispa*). No pētījuma teritorijās sastopamajām astoņām signālsugām, bez tievās gludlapes, lapsastes vienādvācelītes un parastās sprogaines, nereti atrasta arī dakšveida mecgērija *Metzgeria furcata* (uz 14 kokiem).

Dominējošās ķērpju sugas pētītajās teritorijās ir rakstu ķērpis *Graphis scripta*, leprārijas *Lepraria* spp. un *Buellia* spp. Konstatētas trīs ķērpju signālsugas – rakstu ķērpis, artonijas *Arthonia* spp. un caurumainā pertuzārija *Pertusaria pertusa*.

Lielākā epifītisko sūnu sugu bagātība, ieskaitot signālsugas, konstatēta parauglaukumos *Mazgramzda* (17 sugas), *Lukna-1* un *Lukna-2* (14, 14). Lielākā ķērpju sugu bagātība konstatēta parauglaukumā *Liepnieki* (9).

1. tabula. Konstatēto epifītisko sūnu un ķērpju sugu skaits uz pētītajām koku sugām parastā skābarža parauglaukumos

Table 1. Bryophyte and lichen species richness per tree species in studied *Carpinus betulus* forests

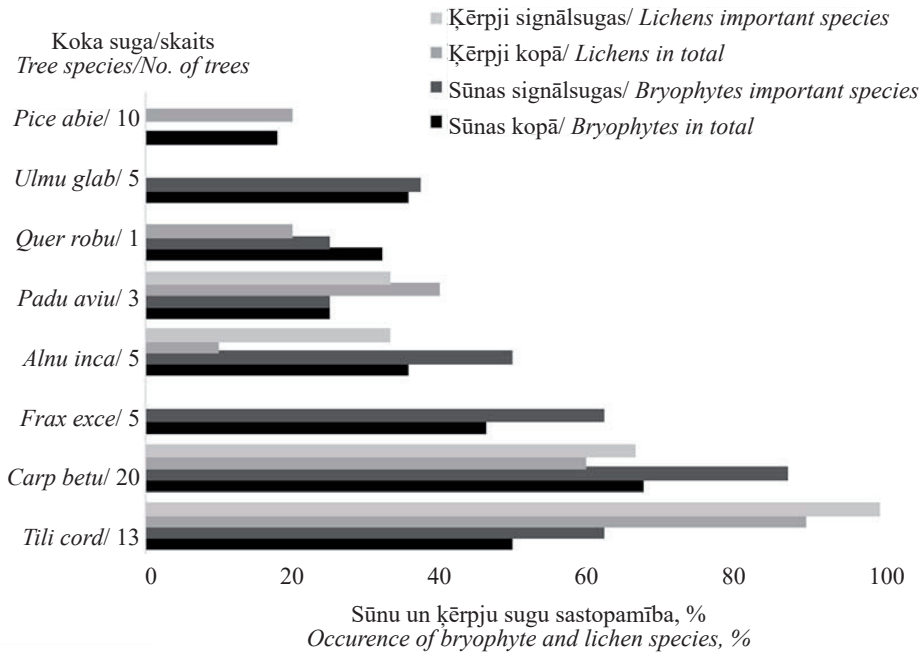
	Pētīto koku skaits <i>Number of trees</i>	Sūnu sugu skaits <i>Bryophyte species richness</i>		Ķērpju sugu skaits <i>Lichen species richness</i>	
		Kopā <i>In total</i>	Signāl-sugas* <i>Important species*</i>	Kopā <i>In total</i>	Signāl-sugas* <i>Important species*</i>
Koka suga/ <i>Tree species</i>					
Baltalksnis <i>Alnus incana</i>	5	10	4	1	1
Parastais skābardis <i>Carpinus betulus</i>	20	19	7	6	2
Parastais osis <i>Fraxinus excelsior</i>	5	13	5	0	0
Parastā ieva <i>Padus avium</i>	3	7	2	4	1
Parastā egle <i>Picea abies</i>	10	5	0	2	0
Parastais ozols <i>Quercus robur</i>	1	9	2	2	0
Parastā liepa <i>Tilia cordata</i>	13	14	5	9	3
Parastā goba <i>Ulmus glabra</i>	5	10	3	0	0
Parauglaukums/ <i>Study site</i>					
Liepnieki	12	12	3	9	2
Lukna-1	15	14	6	6	3
Lukna-2	15	14	5	6	2
Mazgramzda	20	17	6	2	2
KOPĀ/ <i>IN TOTAL</i>	62	28	8	10	3

\* Signālsuga – suga, kas iekļauta īpaši aizsargājamo sugu sarakstā (Ministru Kabineta noteikumi Nr. 396, 14.11.2000., “Noteikumi par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu”), suga, kuras aizsardzībai var izveidot mikroliegumu (Ministru Kabineta noteikumi Nr. 940, 18.12.2012., “Noteikumi par mikroliegumu izveidošanas un apsaimniekošanas kārtību, to aizsardzību, kā arī mikroliegumu un to buferzonu noteikšanu, 1. pielikums) un/vai suga, kas iekļauta Latvijas Sarkanajā grāmatā (Āboliņa, 1994), un/vai ir dabisko meža biotopu indikatorsuga (Ek et al., 2002)/ \* *Important species – species protected by law (included in the national regulations), red-listed species in Latvia (Āboliņa, 1994) and/or woodland key-habitat species (Ek et al., 2002).*

### Koka suga kā nozīmīgs faktors epifītu bagātībā

Lielākais kopējais sūnu sugu skaits konstatēts uz parastā skābarža (19 sugas), parastās liepas (14) un parastā oša (13). Uz visām minētajām koku sugām noteikts arī lielākais sūnu signālsugu skaits. Lielākais ķērpju sugu skaits konstatēts uz liepas (9), skābarža (6) un parastās ievas (4). Minētās trīs koku sugas ir bagātākās arī ar ķērpju signālsugām. Epifītu sastopamība ir niecīga uz parastās egles, ķērpjiem – arī uz baltalkšņa (3. attēls).





3. attēls. Sūnu un ķērpju sugu procentuālā sastopamība uz pētītajām koku sugām parastā skābarža parauglaukumos.

Figure 3. Occurrence of bryophyte and lichen species in studied *Carpinus betulus* forests.

Indikatorsugu analizē atsevišķām sūnu un ķērpju sugām ir būtiska saistība ar kādu no pētītajām koku sugām (2. tabula). Četras sūnu sugas ir cieši saistītas ar parasto osi. Mizas bāzisko īpašību dēļ (Barkman, 1958) uz oša nereti sastopamas signālsugas, kā arī daudzas pleirokarpās jeb sānsporogonu sūnu sugas, kas veido plašu segumu un bagātīgi zarojas. Sešām sūnu sugām ir saistība ar parasto skābardi, tomēr tā nav statistiski būtiska. Saistība ar parasto skābardi ir novērota divām ķērpju sugām.

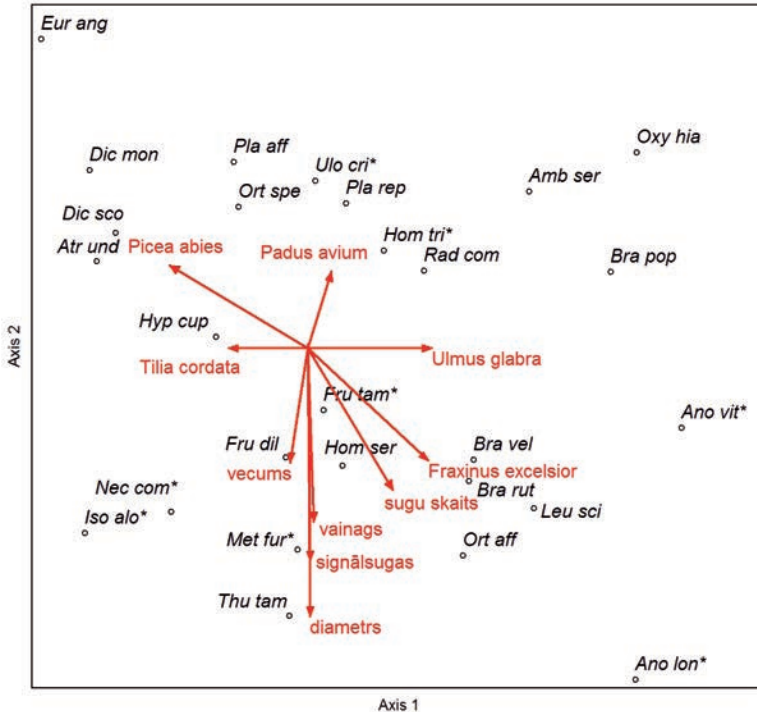
2. tabula. Sūnu un ķērpju sugu saistība ar koku sugām pēc indikatorsugu analīzes (norādītas tikai sugas ar statistiski būtisku saistību ( $p < 0,05$ ))

Table 2. Specificity of bryophyte and lichen species for tree species identified by Indicator Species Analysis. Only species showing significant differences ( $p < 0.05$ ) (Monte Carlo test) are shown.

Suga Taxon	Koka suga Tree species	Indikator- vērtība Indicator value	Būtiskuma līmenis p-value
Sūnas/ Bryophytes			
Sašaurinātā kažocene <i>Anomodon attenuatus</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	60,0	0,003
Struplapu īsvācelīte <i>Brachythecium rutabulum</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	76,2	0,0002
Sprogainā slaidlape <i>Homalothecium sericeum</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	23,9	0,02
Parastā vāverastīte <i>Leucodon sciuroides</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	55,7	0,003
Platlapu knābīte <i>Eurhynchium angustirete</i>	<i>Picea abies</i>	35,0	0,02
Ciprešu hipns <i>Hypnum cupressiforme</i>	<i>Tilia cordata</i>	29,9	0,04
Nemanāmā knābīte <i>Oxyrrhynchium hians</i>	<i>Ulmus glabra</i>	40,0	0,01
Parastā sprogaine <i>Ulota crispa</i>	<i>Padus avium</i>	40,5	0,01
Ķērpji/ Lichens			
Rakstu ķērpis <i>Graphis scripta</i>	<i>Carpinus betulus</i>	50,0	0,02
Caurumainā pertuzārija <i>Pertusaria pertusa</i>	<i>Carpinus betulus</i>	75,0	0,02

### Koku stumbra un lapotnes parametru ietekme

Veikta sūnu sugu *DECORANA* ordinācija pēc sugu sastopamības un projektīvā seguma (procentos) uz pētītajiem kokiem (4. att.). Sūnu bagātība (gan sugu skaits, gan segums) pozitīvi korelē ar mērītajiem kokaudzes parametriem. Jāuzsver signālsugu koncentrācija (piemēram, kažocenes *Anomodon* spp., lapsastes vienādvācelīte, dakšveida mecgērija) ordinācijas plaknes apakšdaļā, norādot uz to tiešu saistību ar meža kontinuitāti. No pārējiem ordinācijas vektoriem pretējā virzienā vērsta egles sastopamība un ar to saistītas tādas sugas kā kalnu divzobe *Dicranum montanum* un platlapu knābīte *Eurhynchium angustirete*. Uz skuju kokiem raksturīga izteikti atšķirīga epifītiskā brioflora mizas īpašību dēļ (tā ātrāk lobās, neplaisā, ir ar zemāku pH vērtību nekā lapukokiem (Barkman, 1958)). Tāpat nošķirta tiek parastā ieva, kas no pārējiem pētītajiem kokiem atšķiras ar mazāko stumbra apkārtmēru, kā arī gludu mizu, kas piemērota tikai daļai sūnu sugu, parasti – pionieriem, piemēram, plakanajai skrāpītei un nemanāmajai knābītei *Oxyrrhynchium hians*.



4. attēls. Sūnu sugu DECORANA ordinācija pēc procentuālā seguma. Sugu nosaukumiem doti trīs simboli no ģints un sugas epiteta (1. pielikums), signālsugas atzīmētas ar \*. Īpašvērtības: 1. ass – 0,58, 2. ass – 0,27. Vektori: koka stumbra diametrs, lapotnes vainags, koka vecums, sūnu sugu skaits, sūnu signālsugu skaits, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Padus avium*, *Picea abies*.

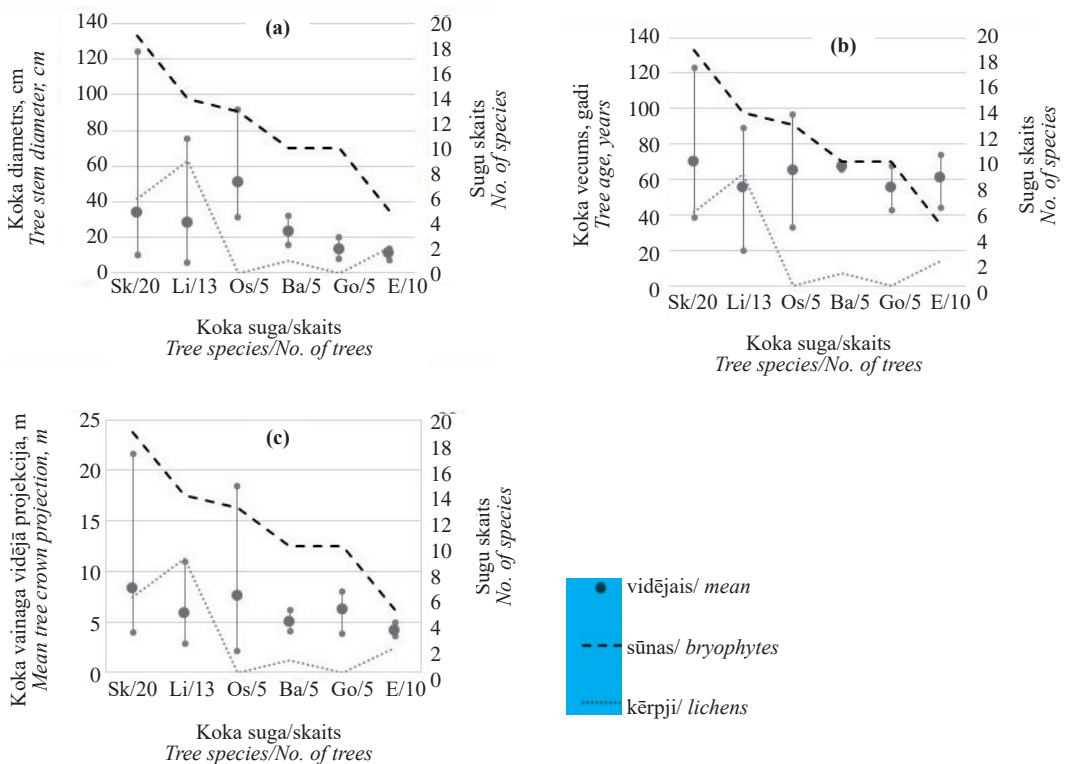
Figure 4. DECORANA ordination biplot of bryophyte percentage cover. Species are labelled by six letter codes (three letters from genus and three from species name, see Appendix 1); important species are marked with \*. Eigenvalue of Axis 1 – 0.58, Axis 2 – 0.27. Explanatory variables: *diametrs* – tree stem diameter, *vainags* – tree crown projection, *vecums* – tree age, *sugu skaits* – bryophyte species richness, *signālsugas* – number of important species, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Padus avium*, *Picea abies*.

Biežāk pētītās koku sugas (tās, kurām apsekoti vismaz pieci koki) pēc stumbra diametra, vecuma un vainaga projekcijas savstarpēji atšķiras nedaudz (amplitūda vidējiem rādītājiem attiecīgi 40 cm, 15 gadi un 4,2 m) (5. att.). Tomēr katrai atsevišķai sugai piederošie apsekotie koki ir izteikti dažādi pēc mērītajiem parametriem. Piemēram, diametra starpība starp tievāko un resnāko parasto skābarī ir 113,9 cm, jaunākā un vecākā parastā liepa atšķiras par 69 gadiem, savukārt parastā oša vidējā vainaga projekcija variē par 16,25 m. Tas kopumā dod iespēju salīdzināt koka dimensijas ietekmi uz epifitu bagātību.

Pētītie parastie skābarži sasniedz augstākās vērtības visos mērītajos parametros, kas arī izskaidro lielāko epifitisko sūnu un otru lielāko epifitisko ķērpju sugu bagātību uz šīs koka sugas. Arī parastie oši parauglaukumos bija ar ievērojamām dimensijām un trešo lielāko sūnu sugu bagātību. Savukārt parastās gobas un parastās egles bija ar zemiem mērīto parametru rādītājiem un arī zemāko epifitu bagātību. Kā pierāda arī citi sūnu ekoloģijas

pētījumi Latvijā (Mežaka *et al.*, 2012) un Centrāleiropā (Király & Ódor, 2010), palielinoties koka vecumam un stumbra diametram, rodas vairāk piemērotu nišu dažādām sūnu sugām. Tādēļ uz veciem un resniem kokiem sastopama lielāka sugu variabilitāte, piemēram, sūnu sugas ar atšķirīgu vairošanās stratēģiju un dzīvības formām, nekā salīdzinot ar jauniem kokiem. Ķērpjiem šāda sakarība netika novērota, kas skaidrojams ar izvēlēto metodiku datu ievākšanā.

Koka lapotnes vainags ir tieši saistīts ar pieejamās gaismas daudzumu uz koka stumbra pie tā pamatnes. Ir noskaidrots, ka, lai arī sūnas ir ēnas tolerantā organismi, tomēr to segums, bet ne sugu bagātība, pozitīvi korelē ar gaismas pieejamību (Tinya *et al.*, 2009). Šajā pētījumā šo sakarību nenovēroju.



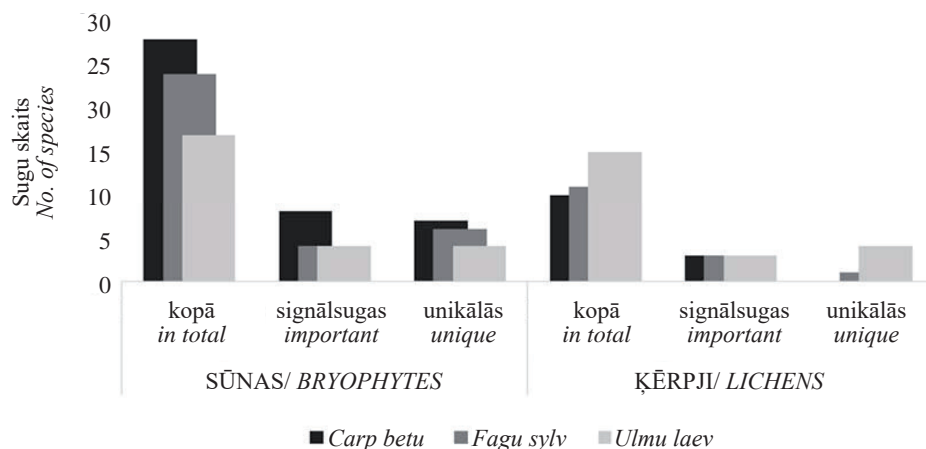
5. attēls. Saistība starp sūnu un ķērpju sugu skaitu uz pētītajām koku sugām un mērītajiem parametriem: (a) stumbra diametru, cm; (b) vecumu, gadi; (c) vainaga vidējo projekciju, m. Analizētas tikai tās koku sugas, kurām apsekoti vismaz pieci koki.

Koka suga: Sk – parastais skābardis, Li – parastā liepa, Os – parastais osis, Ba – baltalksnis, Go – parastā goba, E – parastā egle.

Figure 5. Bryophyte and lichen species richness per tree species in relation to stem diameter (a), tree age (b) and mean tree crown projection (c). Only tree species with more than 5 units are included. Tree species: Sk – *Carpinus betulus*, Li – *Tilia cordata*, Os – *Fraxinus excelsior*, Ba – *Alnus incana*, Go – *Ulmus glabra*, E – *Picea abies*.

## Parastā skābarža loma epifītisko sūnu un ķērpju sugu bagātībā

Lai novērtētu parastā skābarža mežos raksturīgo epifītu floras unikalitāti, pētījuma rezultāti salīdzināti ar citiem lapukoku mežu parauglaukumiem, kur dati ievākti ar analoģu metodi. Lielākā sūnu sugu bagātība no visiem mežu veidiem noteikta parastā skābarža mežos – gan kopējais un signālsugu, gan unikālo sugu skaits (t. i., sugas, kas konstatētas tikai vienā no trim mežu veidiem) (6. att., 1. pielikums). Tikai parastā skābarža mežos uz kokiem auga viļņainā lācīte *Atrichum undulatum*, samtainā īsvācelīte *Brachytheciastrum velutinum*, apšu īsvācelīte *Brachythecium populeum*, tamariska frulānija *Frullania tamarisci*, gludā nekera *Neckera complanata*, viļņainā skrajlape *Plagiomnium undulatum* un dižā ežlape *Thuidium tamariscinum*. Dižskābarža un vīksnas mežos kopā konstatētas 11 sūnu sugas, kas nebija sastopamas parastā skābarža mežos un no kurām tikai viena ir signālsuga – īssetas nekera *Neckera pennata*.



6. attēls. Sūnu un ķērpju sugu bagātība parastā skābarža, parastā dižskābarža un parastās vīksnas mežos.  
 Figure 6. Bryophyte and lichen species richness in *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica* and *Ulmus laevis* forests.

Atšķirīgi novērojumi ir par ķērpju bagātību, kas savu maksimumu sasniedz vīksnas mežos (6. att.). Parastā skābarža mežos nav konstatēta neviena unikāla ķērpju suga, savukārt pārējos mežu veidos kopā piecas sugas, ieskaitot signālsugu parasto plaušķērpi *Lobaria pulmonaria*. Lielākā nozīme bijusi dižskābarža, kļavas, vīksnas un oša sastopamībai parauglaukumos.

Kopumā var secināt, ka epifītisko kriptogāmu bagātību lapukoku mežos veicina daudzveidīgs koku stāvokums ar mistrotu kokaudzi, dažāda vecuma un apkārtmēra kokiem. Būtiska nozīme ir meža kontinuitātei, kas veicina atšķirīgu sukcesijas stadiju epifītisko sugu sastopamību. Signālsugu daudzveidība ir būtiski saistīta ar parastā skābarža, liepas, oša un ievas sastopamību.

## LITERATŪRA

- Āboliņa, A., 1994. *Vides aizsardzība Latvijā 6. Latvijas retās un aizsargājamās sūnas*. Rīga: Latvijas vides aizsardzības un Reģionālās attīstības ministrijas vides problēmu analīzes centrs, 24 lpp.
- Barkman, J.J., 1958. *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Assen: Van Gorcum, 628.
- Bates, J.W., Roy, D.B., and Preston, C.D., 2004. Occurrence of epiphytic bryophytes in a 'tetrad' transect across southern Britain. 2. Analysis and modelling of epiphyte-environment relationships. *Journal of Bryology* 26(3): 181–197.
- Dabas aizsardzības pārvalde, 2017. *Dabas datu pārvaldes sistēma "Ozols"*. <https://ozols.gov.lv/ozols/>, skatīts 28.11.2017.
- Dabas novērojumu portāls "Dabasdati.lv". <https://dabasdati.lv/lv/>, skatīts 28.11.2017.
- Ek, T., Suško, U., un Auziņš, R., 2002. *Mežaudžu atslēgas biotopu inventarizācija. Metodika*. Rīga: Valsts meža dienests (Latvija) un Ūstra Götland Meža pārvalde (Zviedrija), 76 lpp.
- Laime, B., 2014. *Dabas lieguma "Sventājas upes ieleja" dabas vērtības un to aizsardzības vēsture*. Seminārs "Zālāju apsaimniekošana dabas liegumā Sventājas upes ieleja: iespējas un ierobežojumi. 2014. gada 22. aprīlis, Rucava.
- Larsson, T.-B., Angelstam, P., Baiant, G., Barbati, A., Bijlsma, R.-J., Boncina, A., Bradshaw, R., Bucking, W., Ciancio, O., Corona, P., Diaci, J., Dias, S., Ellenberg, H., Fernandes, F.M., Fernandez-Gonzalez, F., Ferris, R., Frank, G., Friis Möller, P., Giller, P.S., Gustafsson, L., Halbritter, K., Hall, S., Hansson, L., Innes, J., Jactel, H., Keannel Dobbertin, M., Klein, M., Marchetti, M., Mohren, F., Niemelä, P., O'Halloran, J., Rametsteiner, E., Rego, F., Scheidegger, C., Scotti, R., Sjöberg, K., Spanos, I., Spanos, K., Standovár, T., Svensson, L., Tommerås, B.Å., Trakolis, D., Uuttera, J., Van Den Meererschaut, D., Vandekerkhove, K., Walsh, P.M., and Watt, A.D., 2001. Biodiversity Evaluation Tools for European Forests. Mixed oak-hornbeam forest. *Ecological Bulletins* 50: 71–73.
- Mežaka, A., Piterāns, A., and Brūmelis, G., 2007. Epiphytic bryophytes and lichens on *Carpinus betulus* in Dunika Nature Reserve, Latvia. In: *4<sup>th</sup> International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic region". Abstract book*. Daugavpils: Daugavpils University Academic Press "Saule", p. 74.
- Mežaka, A., Piterāns, A., and Brūmelis, G., 2012. Tree and stand-scale factors affecting richness and composition of epiphytic bryophytes and lichens in deciduous woodland key habitats. *Biodiversity and Conservation* 21(12): 3221–3241.
- Király, I., and Ódor, P., 2010. The effect of stand structure and tree species composition on epiphytic bryophytes in mixed deciduous–coniferous forests of Western Hungary. *Biological Conservation* 143: 2063–2069.
- Kiršteins, K., un Eiche, V., 1933. Baltā skābarža (*Carpinus betulus* L.) dabiskā izplatība un oikoloģija Latvijā. Latvijas Universitātes raksti, Lauksaimniecības fakultātes sērija. II sējums 13: 343–448.

- McCune, B., and Mefford, M.J., 1999. *PC-ORD. Multivariate analysis for Ecological Data. Version 5.0.* Glenden Beach, Oregon, U.S.A.: MjM Software.
- Ouin, A., Cabanettes, A., Andrieu, E., Deconchat, M., Roume, A., Vigan, M., and Larrieu, L., 2015. Comparison of tree microhabitat abundance and diversity in the edges and interior of small temperate woodlands. *Forest Ecology and Management* 340: 31–39.
- Priedniece, I. (red.), 2015. *Dabas lieguma "Ruņupes ieleja" dabas aizsardzības plāns.* Rīga: Latvijas Dabas fonds, 135 lpp.
- Szövényi, P., Hock, Z.S., and Tóth, Z., 2004. Phorophyte preferences of epiphytic bryophytes in a stream valley in the Carpathian Basin. *Journal of Bryology* 26(2): 137–146.
- Tinya, F., Márjaligeti, S., Király, I., Németh, B., and Ódor, P., 2004. The effect of light conditions on herbs, bryophytes and seedlings of temperate mixed forests in Őrség, Western Hungary. *Plant Ecology* 204(1): 69–81.

## EPIPHITIC BRYOPHYTES AND LICHENS IN THE EUROPEAN HORNBEAM *CARPINUS BETULUS* L. FORESTS IN LATVIA

Līga Strazdiņa

### Summary

In Latvia, species richness of epiphytic bryophytes and lichens in the European hornbeam *Carpinus betulus* L. forests has been studied insufficiently. In the future, importance of *Carpinus betulus* as a structural element in the broadleaved forests in Latvia might increase, as the species benefits from climate warming in the region. To understand the significance of the presence of *Carpinus betulus* in forest in relation to epiphytic cryptogam diversity, four study plots were established in south-west Latvia. In total, 28 bryophyte and 10 lichen species were found including eight bryophytes and three lichen species that are rare, red-listed and protected by law. The highest species richness was found on *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, and *Fraxinus excelsior*. All the measured tree parameters (stem diameter, age, and crown projection) positively correlated with epiphytic cryptogam diversity. Epiphytic flora was compared among three different broadleaved forest types (dominant species in tree layer *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, or *Ulmus laevis*). From all 39 bryophyte species, seven were found solely in *Carpinus betulus* forests, including rare and protected species *Frullania tamarisci* and *Neckera complanata*. Whereas lichen species preferred studied *Ulmus laevis* forests, and from all 18 lichen species, none were found uniquely in *Carpinus betulus* forests. Also all three rare and protected lichen species, *Arthonia* spp., *Graphis scripta* and *Pertusaria pertusa*, were common in different forest types.

Key words: ecology, cryptogams, broadleaved forests.



1. pielikums. Pētītajos parastā skābarža, parastā dižskābarža un parastās vīksnas mežos konstatēto epifītisko sūnu un ķērpju sugu saraksts. Signālsugas atzīmētas ar \*  
Appendix 1. List of epiphytic bryophyte and lichen species found in the studied *Carpinus betulus*, *Fagus sylvestris* and *Ulmus laevis* forests. Important species are marked with \*

	Parastā skābarža meži <i>Carpinus betulus</i> forests				Parastā dižskābarža meži <i>Fagus sylvatica</i> forests			Parastās vīksnas meži <i>Ulmus laevis</i> forests		
	Mazgramzda	Lukna-1	Lukna-2	Liepieki	Kalēti	Valtaiķi	Auce	Vērene	Mazpeči	Rītausma
SŪNAS/ BRYOPHYTES										
Ložņu strupknābe <i>Amblystegium serpens</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+
Garlapu kažocene <i>Anomodon longifolius</i> *	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Pinuma kažocene <i>Anomodon viticulosus</i> *	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.
Viļņainā lācīte <i>Atrichum undulatum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Samtainā īsvācelīte <i>Brachythecium velutinum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mildes īsvācelīte <i>Brachythecium mildeanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Apšu īsvācelīte <i>Brachythecium populeum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Struplapu īsvācelīte <i>Brachythecium rutabulum</i>	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+
Parastā ūsaine <i>Cirriphyllum piliferum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Kalnu divzobe <i>Dicranum montanum</i>	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.
Slotiņu divzobe <i>Dicranum scoparium</i>	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
Izplestā frulānija <i>Frullania dilatata</i>	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.
Tamariska frulānija <i>Frullania tamarisci</i> *	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Platlapu knābīte <i>Eurhynchium angustirete</i>	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.
Tievā gludlape <i>Homalia trichomanoides</i> *	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+
Sprogainā slaidlape <i>Homalothecium sericeum</i>	+	.	+	.	+	+	.	.	.	+
Cīprešu hipns <i>Hypnum cupressiforme</i>	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+
Lapsastes vienādvācelīte <i>Isoetecium alopecuroides</i> *	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.
Parastā vāverastīte <i>Leucodon sciuroides</i>	+	.	+	+	.	.	.	+	+	.
Dažādlapu sekstīte <i>Lophocolea heterophylla</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
Dakšveida mecgērija <i>Metzgeria furcata</i> *	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.
Viengada skrajlapīte <i>Mnium hornum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Gludā nekera <i>Neckera complanata</i> *	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Īssetas nekera <i>Neckera pennata</i> *	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Necilā pūkcepurene <i>Orthotrichum affine</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+
Lielā pūkcepurene <i>Orthotrichum speciosum</i>	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.
Nemanāmā knābīte <i>Oxyrrhynchium hians</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Sausienes skrajlape <i>Plagiomnium affine</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
Smailā skrajlape <i>Plagiomnium cuspidatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Viļņainā skrajlape <i>Plagiomnium undulatum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Gaišā šķībvācelīte <i>Plagiothecium laetum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Nemanāmā šķībvācelīte <i>Plagiothecium latebricola</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Ložņu platgredzene <i>Platygyrium repens</i>	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.
Parastā pilēzija <i>Pylaisia polyantha</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+

	Parastā skābarža meži <i>Carpinus betulus</i> forests				Parastā dižskābarža meži <i>Fagus sylvatica</i> forests			Parastās vīksnas meži <i>Ulmus laevis</i> forests		
	Mazgramzda	Lukna-1	Lukna-2	Liepnieki	Kalēti	Valtaiķi	Auce	Vērene	Mazpeči	Rītausma
Plakanā skrāpīte <i>Radula complanata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Āķveida kroklape <i>Sanionia uncinata</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
Praulu četrzobe <i>Tetraphis pellucida</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Dižā ežlape <i>Thuidium tamariscinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parastā sprogaine <i>Ulotia crispa</i> *	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.
<b>ĶĒRPIJĀ/LICHENS</b>										
Skropstainā anapthihija <i>Anaptychia ciliaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Artonijas <i>Arthonia spp.</i> *	.	+	.	.	+	.	+	.	.	+
<i>Buellia spp.</i>	.	+	+	+	+	.	+	.	+	.
Kladonijas <i>Cladonia spp.</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Plūmju evernija <i>Evernia prunastri</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.
Rakstu ķērpis <i>Graphis scripta</i> *	+	+	+	+	+	.	.	+	+	+
Pūslīšu hipogimnija <i>Hypogymnia physodes</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+
Lekanoras <i>Lecanora spp.</i>	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+
<i>Lecidella elaeochroma</i>	.	.	+	+	.	.	+	+	+	+
Leprārijas <i>Lepraria spp.</i>	.	+	+	+	+	.	+	+	+	.
Parastais plaušķērpis <i>Lobaria pulmonaria</i> *	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Melanēlijas <i>Melanelia spp.</i>	.	+	+	+	.	.	.	+	+	.
Rievainā parmēlija <i>Parmelia sulcata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Caurumainā pertuzārija <i>Pertusaria pertusa</i> *	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Phlyctis argena</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Fiscija <i>Physcia tenella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Klijainā pseidevernija <i>Pseudevernia furfuracea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Dzeltenais sienaskērpis <i>Xanthoria parietina</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+

# SAISTĪBA STARP EPIFĪTU DAUDZVEIDĪBU UN KOKU SUGU MEŽAUDZĒS AR PARASTO OSI FRAXINUS EXCELSIOR

Linda Gerra-Inohosa

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava",  
E-pasts: linda.gerra@silava.lv

Pēdējo gadu laikā novērojama parastā oša *Fraxinus excelsior* strauja bojāeja, ko izraisa patogēnā sēņu suga *Hymenoscyphus fraxineus*, kā rezultātā samazinās daudzām epifītu sugām piemērotas dzīvotnes (substrāti). Šī pētījuma mērķis bija noskaidrot sūnu un ķērpju sugu sastāvu audzēs, kurās sastopams parastais osis, kā arī papildus analizēt specifisko epifītu floru uz ošiem. Pētījumam izvēlētas 18 mežaudzes, aptverot visu Latvijas teritoriju. Uz pēfītajiem 296 kokiem noteiktas 70 sūnu un 48 ķērpju sugas, tostarp 24 retas sugas. Epifītiem visbagātākā koku suga bija parastais osis. Lielākā daļa sūnu un ķērpju sugu, kuras konstatētas uz parastā oša, atrastas arī uz parastās gobas *Ulmus glabra*.

Raksturvārdi: epifītiskās sūnas un ķērpji, sugu bagātība, osim raksturīgie epifīti.

## IEVADS

Pēdējo desmit gadu laikā gan Eiropas (Pautasso *et al.*, 2013), gan Latvijas (Laiviņš *et al.*, 2016) mērogā liela uzmanība tiek pievērsta parastā oša *Fraxinus excelsior* saglabāšanai. Tas saistīts ar parastā oša strauju bojāeju, ko izraisījusi patogēnā sēņu suga *Hymenoscyphus fraxineus* (Kowalski, 2006). Pirmās ziņas par ošu kalšanu Eiropā parādījās Polijā, kur novērota masveida parastā oša bojāeja (Vasiliauskas *et al.*, 2006). Kopš tā laika ošu slimība izplatījies pa visu Eiropu, kur vien parastais osis ir sastopams (Pautasso *et al.*, 2013). Rezultātā osis atsevišķos reģionos kļuvis par aizsargājamu sugu (Gärdenfors, 2010).

Latvijā patogēnā sēne *Hymenoscyphus fraxineus* pirmoreiz konstatēta 2010. gadā, lai gan ošu audžu samazināšanās novērota jau vairākus gadus pirms tam (Kenigvalde *et al.*, 2010). Pirmie ošu saslimšanas gadījumi novēroti 21. gs. sākumā Latvijas dienvidu daļā (Laiviņš *et al.*, 2016). Jau 2001. gadā notika jauno ošu audžu strauja samazināšanās (Laiviņš *et al.*, 2016). Lai gan lielāka mirstība novērota starp jauniem ošiem, arī vidēja vecuma koki un veci koki var tikt inficēti ar patogēno sēni, veicinot veco koku bojāeju (Timmerman *et al.*, 2017).

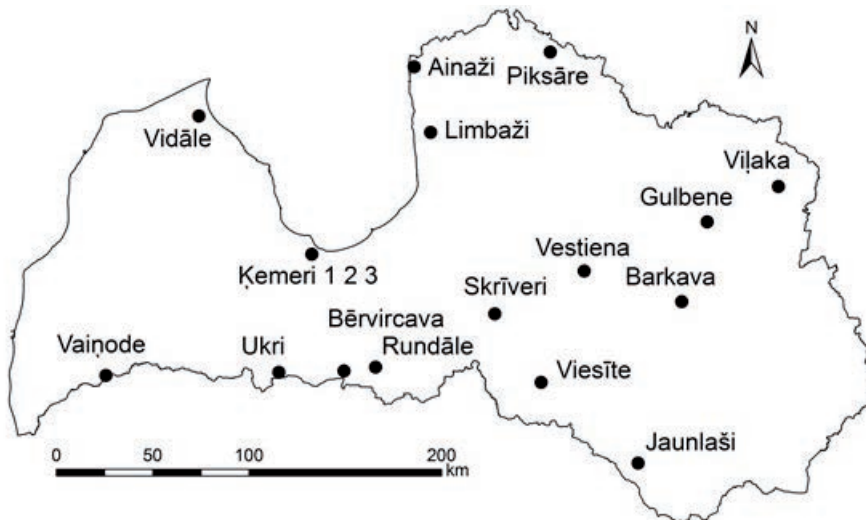
Organismiem, kas ir specifiski atkarīgi no parastā oša, ošu bojāeja nozīmē dzīvotņu skaita samazināšanos un parastajam osim raksturīgo sugu izzušanu (Pautasso *et al.*, 2013). Sugas, kas nav cieši saistītas ar parasto osi, taču savā dzīves ciklā spēj eksistēt uz oša, tiek uzskatītas par tikpat apdraudētām (Jönsson & Thor, 2012). Starp organismiem, kuriem oša miza ir nozīmīgs substrāts, minami sūnaugi un ķērpji (Mitchell *et al.*, 2014). Kā piemēru var minēt aizsargājamo sūnu sugu gludo nekeru *Neckera pennata*, kuras pastāvēšanu negatīvi ietekmē ošu bojāeja (Roberge *et al.*, 2011). Ošu bojāeja apdraud arī citu aizsargājamo sugu pastāvēšanu, kas galvenokārt atrodamas uz parastā oša (Roberge *et al.*, 2011). Tāpēc ir svarīgi apzināt sugu sastāvu, kāds raksturīgs uz parastā oša mizas (Mitchell *et al.*, 2014).

Šī pētījuma mērķis bija, pirmkārt, noskaidrot sūnu un ķērpju sugu sastāvu audzēs, kurās sastopams parastais ošs un, otrkārt, analizēt epifītu sugu sastopamību uz parastā oša un aprakstīt osim raksturīgo epifītu saistību ar citām koku sugām.

## MATERĀLS UN METODES

Epifītisko sūnu un ķērpju uzskaitēi izvēlētas 18 mežaudzes, aptverot visu Latvijas teritoriju (1. att.). Piecpadsmit parauglaukumos notiek ošu audžu dinamikas ilglaicīgie pētījumi kopš 2005. gada, trīs parauglaukumi ierīkoti 2015. gadā (Skrīveri, Barkava, Gulbene, 1. att.). Pētītās lapu koku audzes, kurās 2005. gadā dominēja parastais ošs, turpmākajos gados tika inficētas ar patogēno sēni *Hymenoscyphus fraxineus* (Pušpure *et al.*, 2016). Audžu vecums variēja no 51–138 gadiem.

Lai novērtētu epifītu bagātību, izmantoti riņķveida parauglaukumi ( $D = 30\text{ m}$ ), katrs ar kopējo platību  $706,5\text{ m}^2$ , kas ierīkoti katrā pētījuma vietā. Katrā parauglaukumā izvēlēti pieci dzīvi koki no katras tajā sastopamās koku sugas ar caurmēru  $\geq 10\text{ cm}$ . Parauglaukumos, kuros kāda no koku sugām nebija pārstāvēta ar pieciem indivīdiem, attiecīgi aprakstītais koku skaits bija zemāks. Epifītiskā veģetācija raksturota uz katra izvēlēta koka, uzskaitot visas sūnu un ķērpju sugas līdz divu metru augstumam. Katrai epifītu sugai noteikts segums procentos.



1. attēls. Apsēkoto mežaudžu atrašanās vietas Latvijā.  
Figure 1. Location of the studied forest stands of Latvia.

Šajā pētījumā par parastajam osim raksturīgajām sugām uzskatītas sūnu un ķērpju sugas, kas kaut vienu reizi konstatētas uz parastā oša. Kategorijā “retas un aizsargājamas sugas” iekļautas dabisko meža biotopu indikatorsugas un specifiskās sugas (Ek *et al.*, 2002), sugas, kurām var veidot mikrolieģumus (Ministru Kabineta 18.12.2012. noteikumi

Nr. 940 “Noteikumi par mikroliegumu izveidošanas un apsaimniekošanas kārtību, to aizsardzību, kā arī mikroliegumu un to buferzonu noteikšanu”), īpaši aizsargājamas sugas (Ministru Kabineta 14.11.2000. noteikumi Nr. 396 “Noteikumi par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu”). Izmantota lapu un aknu sūnu un ķērpju nomenklatūra saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa u. c., 2015).

Lai saprastu, kuras epifītiskās sūnu un ķērpju sugas ir saistītas ar parasto osi, veikta indikatorsugu analīze (*Indicator Species Analysis*) sugu sastopamībai uz apsekotajām koku sugām. Rezultātā uzrādītas epifītu sugas, kuras raksturo tikai parasto osi. Indikatorsugu analīze veikta, izmantojot programmu paketi *PC-ORD 6.0* (Peck, 2010).

## REZULTĀTI

### *Epifītu sugu bagātība*

Sūnu un ķērpju sugas uzskaitītas uz 296 kokiem, kas pārstāvēja 11 koku sugas. Visvairāk aprakstītās koku sugas bija parastais osis (72 koki) un parastā egļe *Picea abies* (55 koki). Savukārt visretāk sastopamās koku sugas bija parastā ieva *Padus avium* (pieci koki), blīgzna *Salix caprea* (divi koki) un mežābele *Malus sylvestris* (viens koks). Pārējais koku sugu sadalījums bija sekojošs: āra bērzs *Betula pendula* – 26 koki, parastā goba *Ulmus glabra* – 38 koki, melnalksnis *Alnus glutinosa* – 38 koki, parastā liepa *Tilia cordata* – 24 koki, parastais ozols *Quercus robur* – 12 koki, parastā kļava *Acer platanoides* – 12 koki, parastā apse *Populus tremula* – 11 koki.

Kopumā uzskaitītas 118 epifītu sugas, no kurām lielākā daļa pārstāvēja sūnaugus (1. tabula). Visizplatītākās sūnu sugas bija plakanā skrāpīte *Radula complanata*, ciprešu hipns *Hypnum cupressiforme*, struplapu īsvācelīte *Brachythecium rutabulum* un tievā gludlape *Homalia trichomanoides* (pēdējā ir dabisko meža biotopu indikatorsuga). No ķērpju sugām visbiežāk sastopamās sugas bija *Phlyctis argena*, īlenveida kladonija *Cladonia coniocraea* un dabisko meža biotopu indikatorsuga rakstu ķērpis *Graphis scripta*. Lielākajai daļai no visiem aprakstītajiem kokiem bija raksturīgas ķērpju leprārijas *Lepraria* ģints sugas. Deviņpadsmit sugas konstatētas tikai uz viena substrāta, no tām 13 sūnu sugas un sešas ķērpju sugas. Uz apskatītajiem kokiem noteiktas retās un aizsargājamās sugas, proti, 12 sūnaugu un 12 ķērpju sugas (1. tabula). Bez jau iepriekš minētajām sugām plaši izplatītas bija dabisko meža biotopu indikatorsugas: parastā sprogaine *Ulotia crispa*, garlapu kažocene *Anomodon longifolius* un dakšveida mecgērija *Metzgeria furcata*, bet no ķērpju sugām – pumpurainā akrokordija *Acrocordia gemmata* un kastaņbrūnā artonija *Arthonia spadicea* (1. tabula).

1. tabula. Uz pētītajiem kokiem noteiktās sūnu un ķērpju sugas (n = 296)  
 Table 1. Recorded bryophyte and lichen species on the studied trees (n = 296)

Ķērpju suga <i>Lichen species</i>	Sastopamība <i>Occurrence</i>	Statuss <i>Status</i>	Sūnu suga <i>Bryophyte species</i>	Sastopamība <i>Occurrence</i>	Statuss <i>Status</i>
<i>Acrocordia gemmata</i>	56	IND●	<i>Amblystegium serpens</i>	33	●
<i>Amandinea punctata</i>	18	●	<i>Amblystegium subtile</i>	69	●
<i>Arthonia byssacea</i>	7	BSS IAS●	<i>Amblystegium varium</i>	18	●
<i>Arthonia radiata</i>	22	●	<i>Anomodon attenuatus</i>	1	IND●
<i>Arthonia spadicea</i>	41	IND IAS●	<i>Anomodon longifolius</i>	29	IND●
<i>Arthonia vinosa</i>	6	IND IAS	<i>Anomodon viticulosus</i>	4	IND●
<i>Bacidia aeurata</i>	3		<i>Atrichum undulatum</i>	1	
<i>Bacidia rosella</i>	1	BSS MK IAS●	<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	1	
<i>Bacidia rubella</i>	35	IND●	<i>Brachythecium velutinum</i>	7	●
<i>Calicium salicinum</i>	1		<i>Brachythecium campestre</i>	2	●
<i>Chaenotheca brunneola</i>	1		<i>Brachythecium plumosum</i>	1	
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	3		<i>Brachythecium rutabulum</i>	118	●
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	12	●	<i>Brachythecium salebrosum</i>	59	●
<i>Cladonia chlorophaea</i>	19	●	<i>Calliergonella cuspidata</i>	2	
<i>Cladonia coniocraea</i>	83	●	<i>Cephaloziella spp.</i>	1	
<i>Cladonia digitata</i>	3		<i>Chiloscyphus pallescens</i>	2	
<i>Cladonia fimbriata</i>	11		<i>Cirriophyllum piliferum</i>	25	●
<i>Evernia prunastri</i>	10	●	<i>Climacium dendroides</i>	5	●
<i>Graphis scripta</i>	114	IND●	<i>Dicranum montanum</i>	79	●
<i>Hypogymnia physodes</i>	40	●	<i>Dicranum polysetum</i>	1	
<i>Lecanactis abietina</i>	3	IND	<i>Dicranum scoparium</i>	30	●
<i>Lecanora allophana</i>	9	●	<i>Eurhynchium angustirete</i>	77	●
<i>Lecanora argentata</i>	50	●	<i>Eurhynchium hians</i>	25	●
<i>Lecanora carpinea</i>	6	●	<i>Eurhynchium striatum</i>	13	●
<i>Lecanora chlarotera</i>	2	●	<i>Fissidens adianthoides</i>	11	●
<i>Lecanora varia</i>	2		<i>Fissidens taxifolius</i>	1	
<i>Lecidella elaeochroma</i>	65	●	<i>Frullania dilitata</i>	51	●
<i>Lepraria spp.</i>	232	●	<i>Frullania fragilifoli</i>	8	●
<i>Lobaria pulmonaria</i>	4	BSS MK IAS●	<i>Frullania tamarisci</i>	4	BSS MK IAS
<i>Melanelixia glabrata</i>	28	●	<i>Herzogiella seligeri</i>	1	
<i>Menegazzia terebrata</i>	1	BSS MK IAS	<i>Homalia trichomanoides</i>	160	IND●
<i>Opegrapha atra</i>	6		<i>Homalothecium lutescens</i>	4	●
<i>Opegrapha rufescens</i>	53	●	<i>Homalothecium sericeum</i>	3	●
<i>Opegrapha varia</i>	30	●	<i>Hylocomium splendens</i>	1	
<i>Opegrapha vulgata</i>	2		<i>Hypnum cupressiforme</i>	167	●
<i>Parmelia sulcata</i>	19	●	<i>Isothecium alopecuroides</i>	12	IND●
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	3		<i>Lejeunea cavifolia</i>	9	IND MK IAS●
<i>Peltigera praetextata</i>	12	●	<i>Lepadozia reptans</i>	1	
<i>Pertusaria amara</i>	25	●	<i>Leucodon sciurooides</i>	53	●
<i>Pertusaria pertusa</i>	3	IND IAS●	<i>Lophocolea heterophylla</i>	20	●

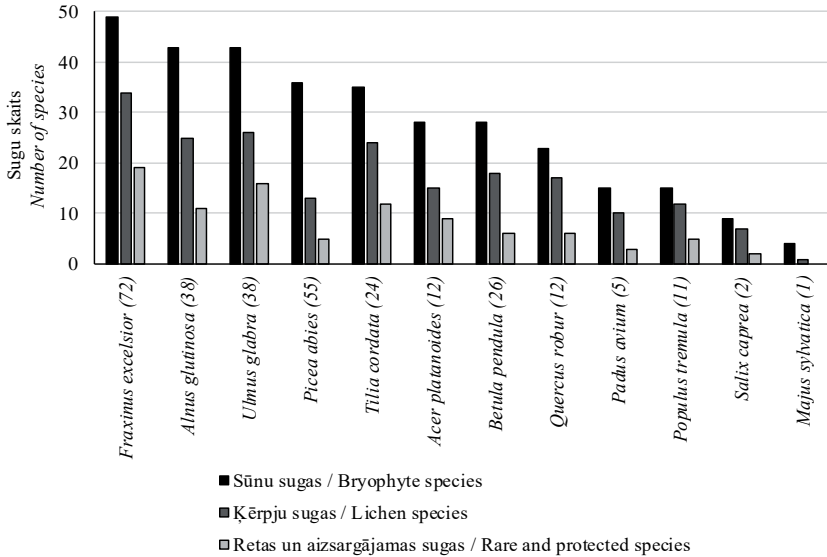
Ķērpju suga <i>Lichen species</i>	Sastopamība <i>Occurrence</i>	Statuss <i>Status</i>	Sūnu suga <i>Bryophyte species</i>	Sastopamība <i>Occurrence</i>	Statuss <i>Status</i>
<i>Phlyctis argena</i>	224	●	<i>Metzgeria furcata</i>	21	IND●
<i>Physcia tenella</i>	8		<i>Mnium hornum</i>	5	
<i>Ramalina farinacea</i>	1	●	<i>Neckera complanata</i>	10	IND IAS●
<i>Ramalina obtusa</i>	1	●	<i>Neckera pennata</i>	56	IND●
<i>Ramalina roesleri</i>	23	●	<i>Orthotrichum affine</i>	9	●
<i>Thelotrema lepadinum</i>	7	BSS MK IAS●	<i>Orthotrichum lyellii</i>	1	IAS
<i>Vulpicida pinastri</i>	8		<i>Otrhotrichum speciosum</i>	42	●
<i>Xantoria parietina</i>	2	●	<i>Plagiochila asplenioides</i>	22	
			<i>Plagiomnium affine</i>	15	●
			<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	94	●
			<i>Plagiomnium undulatum</i>	31	●
			<i>Plagiothecium cavifolium</i>	7	
			<i>Plagiothecium denticulatum</i>	2	
			<i>Plagiothecium laetum</i>	30	
			<i>Platygyrium repens</i>	35	
			<i>Pleurozium schreberi</i>	3	
			<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	10	●
			<i>Pohlia nutans</i>	1	
			<i>Pylaisia polyantha</i>	74	●
			<i>Radula complanata</i>	184	●
			<i>Rhizomnium punctatum</i>	2	●
			<i>Rhodobryum roseum</i>	1	
			<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	6	●
			<i>Sanionia uncinata</i>	2	●
			<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i>	9	●
			<i>Sciuro-hypnum populeum</i>	12	●
			<i>Tetraphis pellucida</i>	2	
			<i>Thuidium delicatum</i>	17	●
			<i>Thuidium tamariscinum</i>	14	●
			<i>Ulota crispa</i>	48	IND●

Apzīmējumi: IND – dabisko meža biotopu indikatorsuga (Ek *et al.*, 2002), BSS – dabisko meža biotopu specifiskā suga (Ek *et al.*, 2002), MK – suga, kurai izveidojams mikroliegums (MK noteikumi Nr. 940), IAS – īpaši aizsargājama suga (MK noteikumi Nr. 396), ● – suga, kas konstatēta uz *Fraxinus excelsior*/ Legend: IND – indicator species of woodland key habitat (Ek *et al.*, 2002), BSS – specific species of woodland key habitat (Ek *et al.*, 2002), MK – species that can be protected under microreserve regime (Cabinet Regulation No. 940), IAS – special protected species (Cabinet Regulation No. 396), ● – species found on *Fraxinus excelsior*.

### Epifītu sugu saistība ar parasto osi

Uz parastā oša konstatētas 83 epifītu sugas, no kurām 49 bija sūnaugi un 34 ķērpji (1. tabula, 2. att.). Vienpadsmit epifītu sugas konstatētas tikai vienu reizi. No visām

uzskaitītājām sugām 19 epifītu sugas pārstāvēja dabisko meža biotopu sugas (indikatorsugas un biotopu specifiskās sugas) (1. tabula). Visvairāk epifītu sugu, tajā skaitā arī retas un aizsargājamas, bija uz parastās gobas, melnalkšņa un parastās liepas (2. att.).



2. attēls. Sūnu un ķērpju sugu skaits uz apsekotajām koku sugām. Katrai koku sugai norādīts substrātu skaits.

Figure 2. The number of bryophyte and lichen species according to the tree species. The total number of substrates are shown for each tree species.

Indikatorsugu analīze parādīja, ka kopumā 16 epifītu sugas vairāk saistītas ar parasto osi nekā ar citām koku sugām. Divas sūnu sugas – tievā gludlape un parastā pilēzija *Pylaisia polyantha* un divas ķērpju sugas – zvīņainā peltģgera *Peltigera praetextata* un iesarkanā bacģdģja *Bacidia rubella* noteiktas kā parastajam osim bģtiskas indikatorsugas ( $p < 0,05$ ) (2. tabula).

2. tabula. Epifģtu sugas, kas atbilstģši indikatorsugu analģzes rezultģtiem ir raksturģgas parastajam osim

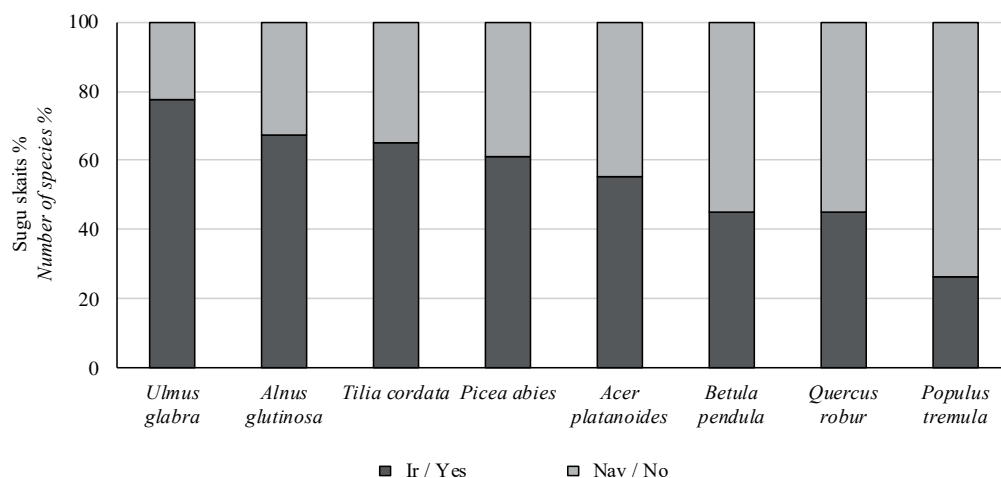
Table 2. Epiphytic species that are characteristic to *Fraxinus excelsior* according to the indicator species analysis

Epifģtu suga Epiphytic species	p vģrtģba p value
<i>Anomodon attenuatus</i>	1,00
<i>Arthonia byssacea</i>	0,14
<i>Arthonia radiata</i>	0,38
<i>Bacidia rosella</i>	1,00
<i>Bacidia rubella</i>	0,01
<i>Climacium dendroides</i>	0,81
<i>Homalia trichomanoides</i>	0,03



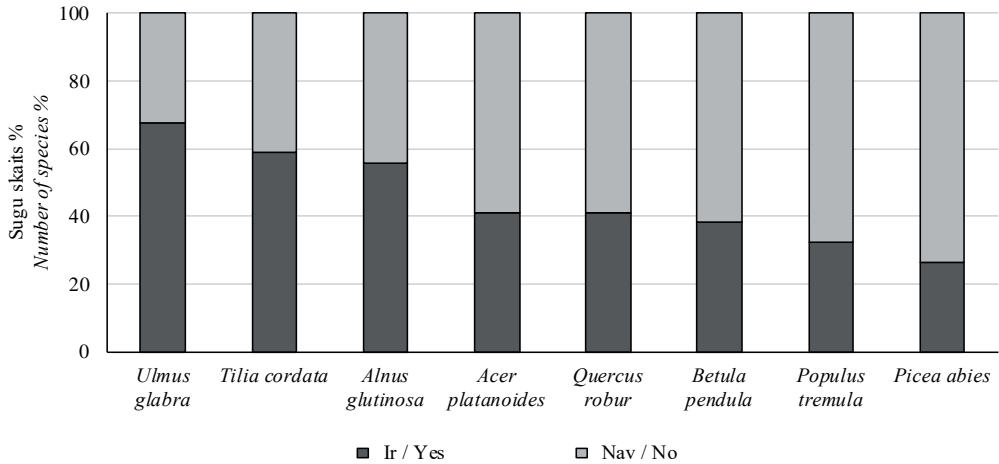
Epifītu suga <i>Epiphytic species</i>	p vērtība <i>p value</i>
<i>Homalothecium lutescens</i>	0,97
<i>Lobaria pulmonaria</i>	0,65
<i>Neckera complanata</i>	0,30
<i>Opegrapha varia</i>	0,12
<i>Peltigera praetextata</i>	0,03
<i>Pylaisia polyantha</i>	0,01
<i>Ramalina farinacea</i>	1,00
<i>Ramalina obtusa</i>	1,00
<i>Sanionia uncinata</i>	1,00

Rezultāti parādīja, ka 78 % sūnu sugu un 68% ķērpju sugu, kuras konstatētas uz parastā oša (turpmāk – osim raksturīgās sugas), konstatētas arī uz parastās gobas (3., 4. att.). Samērā daudz osim raksturīgo sūnu sugu atrastas arī uz melnalkšņa, parastās liepas un parastās kļavas (3. att.). Arī liela daļa uz ošiem atrasto ķērpju sugu bija noteikta uz tādām pašām koku sugām kā sūnaugi, proti, parastās liepas un melnalkšņa (4. att.).



3. attēls. Parastajam osim raksturīgo sūnu sugu skaits procentos uz apskatītajām koku sugām. Procentuālais sadalījums rēķināts pret kopējo sūnaugu skaitu, kas noteikts uz parastā oša (n = 49).  
Figure 3. The proportion of bryophyte species that are characteristic to *Fraxinus excelsior* on the studied tree species. The percentage is calculated from the total number of bryophyte species recorded on *Fraxinus excelsior* (n = 49).

Apzīmējumi: Ir / Yes – parastajam osim raksturīgās sūnu sugas, kuras noteiktas uz pētītās koka sugas, Nav / No – parastajam osim raksturīgās sūnu sugas, kuras nav noteiktas uz pētītās koka sugas/ Legend: Ir / Yes – bryophyte species characteristic to *Fraxinus excelsior* that have been recorded on the studied tree species, Nav / No – bryophyte species characteristic to *Fraxinus excelsior* that have not been recorded on the studied tree species.



4. attēls. Parastajam osim raksturīgo ķērpju sugu skaits procentos uz apskatītajām koku sugām. Procentuālais sadalījums rēķināts pret kopējo ķērpju skaitu, kas noteikts uz parastā oša ( $n = 34$ ).  
 Figure 4. The proportion of lichen species that are characteristic to *Fraxinus excelsior* on the studied tree species. The percentage is calculated from the total number of lichen species recorded on *Fraxinus excelsior* ( $n = 34$ ).

Apzīmējumi: Ir / Yes – parastajam osim raksturīgās ķērpju sugas, kuras noteiktas uz pētītās koka sugas, Nav / No – parastajam osim raksturīgās ķērpju sugas, kuras nav noteiktas uz pētītās koka sugas/ Legend: Ir / Yes – lichen species characteristic to *Fraxinus excelsior* that have been recorded on the studied tree species, Nav / No – lichen species characteristic to *Fraxinus excelsior* that have not been recorded on the studied tree species.

## DISKUSIJA

Pētījumā noskaidrots epifītisko sūnu un ķērpju sugu sastāvs mežaudzēs ar parasto osi – konstatētas 48 ķērpju sugas un 70 sūnu sugas. Salīdzinot iegūtos datus ar zinātnisko publikāciju datiem, uzskaitīto sugu skaits Latvijas apstākļos uzskatāms par vidēji lielu. Citu autoru pētījumos ir norādīts, ka vecos platlapju mežos un lapu koku dabiskajos meža biotopos, kuros ierīkoti 400 m<sup>2</sup> lieli parauglaukumi, Latvijas teritorijā sastopamas vidēji 120 (Mežaka *et al.*, 2008) līdz 148 epifītu sugas (Mežaka *et al.*, 2012). Savukārt kādā citā pētījumā Latvijā, kurā aprakstīti 1000 m<sup>2</sup> lieli parauglaukumi lapu koku mežos, minētas 73 sūnu sugas (Madžule *et al.*, 2012).

Analizējot sugu sastāvu redzams, ka 20 % no visiem manā pētījumā konstatētajiem epifītiem ir retas un aizsargājamas sugas. Lielākā daļa no retajām sugām (19 % no kopējā epifītu sugu skaita) ir dabisko meža biotopu specifiskās vai indikatorsugas, tādējādi netieši norādot uz šo biotopu struktūrelementu – gan dzīvo koku, gan kritalu – augsto kvalitāti (Ek u. c., 2002). Svarīgi atzīmēt, ka četrām ķērpju sugām – bālajai bacīdijai *Bacidia rosella*, parastajam plaušķērpim *Lobaria pulmonaria*, caurumainajai menegācijai *Menegazzia terebrata*, zvīņainajai telotrēmai *Thelotrema lepadinum* – un divām sūnu sugām –

tamariska frulānijai *Frullania tamarisci* un doblapu leženejai *Lejeunea cavifolia* – var izveidot mikroliegumus, atbilstoši Ministru Kabineta 18.12.2012. noteikumiem Nr. 940.

Pētījumā konstatēts, ka parastais osis nodrošina piemērotu substrātu lielākajai daļai uzskaitīto epifītu sugu, tajā skaitā retām un aizsargājamām sugām. Ir zināms, ka parastais osis ir nozīmīgs substrāts gan sūnaugiem (Mežaka *et al.*, 2008), gan ķērpjiem (Marmor *et al.*, 2017). Liela suga bagātība uz oša skaidrojama ar šī koka mizas bāziskajām īpašībām (Mills & Mcdonald, 2005; Mežaka & Znotiņa, 2006). Manā pētījumā lielais sugu skaits uz parastā oša, salīdzinājumā ar citām apskatītajām koku sugām, varētu būt skaidrojams arī ar to, ka, atbilstoši izvēlētajai metodikai, parastais osis bija visvairāk aprakstītā suga.

Indikatorsugu analīzes rezultāti parādīja, ka ir maz epifītu sugu, kas specifiski saistītas ar parasto osi. Daži autori raksta, ka epifītiem, kuriem nav specifisku prasību pret substrātu, raksturīga mazāka iespēja aiziet bojā, samazinoties substrātu skaitam (Jönsson & Thor, 2012). Līdz ar to osim raksturīgās epifītu sugas pēc ošu bojāejas varētu saglabāties uz citām mežaudzē sastopamām koku sugām. Manā pētījumā, analizējot rezultātus par sugu skaitu, kas konstatēts uz parastā oša (osim raksturīgās sugas) un šo epifītu sastopamību uz citām apskatītajām koku sugām, jāsecina, ka liela daļa no sugām atrastas arī uz citiem substrātiem. Samērā daudz epifītu sugu konstatētas uz platlapju kokiem. Iegūtie dati liecina, ka parastā goba būtu vispiemērotākā alternatīvā suga, kas spētu nodrošināt to sugu skaitu, kas eksistē uz parastā oša. Tā kā oša saslimšana un koku bojāeja vēl aizvien turpinās, epifītu sugu daudzveidības, tostarp reto un aizsargājamo sugu, saglabāšanai ir svarīgi nodrošināt mežaudzēs lielāku koku sugu mistrojumu, it īpaši lapu koku (Mitchell *et al.*, 2014). Turklāt turpmākajos pētījumos ir svarīgi noteikt, kādas ir osim raksturīgo epifītu izdzīvošanas iespējas uz citu sugu lapu kokiem. Mana pētījuma rezultāti parādīja, ka mežaudzes, kurās sastopams parastais osis, spēj nodrošināt apstākļus aizsargājamo epifītu florai. Lai arī uz parastā oša sastopamas samērā daudz sūnu un ķērpju sugas, tās nav specifiski saistītas ar osi – lielākoties tās ir sastopamas arī uz citām lapu koku sugām.

## LITERATŪRA

- Āboliņa, A., Piterāns, A., Bambe, B., 2015. *Latvijas ķērpji un sūnas. Taksonu saraksts*. Salaspils: DU AA "Saule", LVMI Silava.
- Ek, T., Suško, U., Auziņš, R., 2002. *Mežaudžu atslēgas biotopu inventarizācija. Metodika*. Rīga: Valsts meža dienests, Latvija, Östra Götland Meža pārvalde, Zviedrija.
- Gärdenfors, U. 2010. *Rödlistade arter i Sverige 2010*. Uppsala: SLU, ArtDatabanken.
- Jönsson, M.T., Thor, G., 2012. Estimating coextinction risks from epidemic tree death: affiliate lichen communities among diseased host tree populations of *Fraxinus excelsior*. *PloS ONE* 7(9): e45701.
- Kenigvalde, K., Arhipova, N., Laiviņš, M., Gaitnieks, T., 2010. Ošu bojāeju izraisošā sēne *Chalara fraxinea*. *Mežzinātne* 21: 110–120.
- Kowalski, T., 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology* 36(4): 264–270.

- Laiviņš, M., Priede, A., Pušpure, I., 2016. Spread of *Hymenoscyphus fraxineus* in Latvia: Analysis based on dynamics of young ash stands. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences* 70(3): 124–130.
- Madžule, L., Brūmelis, G., Tērauds, A., Zariņš, J., 2012. Time needed to achieve sufficient richness of structural elements and bryophytes in deciduous forest stands. *Environmental and Experimental Biology* 10: 57–66.
- Marmor, L., Randlane, T., Jüriado, I., Saag, A., 2017. Host tree preferences of red-listed epiphytic lichens in Estonia. *Baltic Forestry* 23(2): 364–373.
- Mežaka, A., Znotiņa, V., 2006. Epiphytic bryophytes in old growth forests of slope, screes and ravine in north-west Latvia. *Acta Universitatis Latviensis* 710: 103–116.
- Mežaka, A., Brūmelis, G., Piterāns, A., 2008. The distribution of epiphytic bryophyte and lichen species in relation to phorophyte characteristics in Latvia natural old-growth broad leaved forests. *Folia Cryptogamica Estonica* 44: 89–99.
- Mežaka, A., Brūmelis, G., Piterāns, A., 2012. Tree and stand-scale factors affecting richness and composition of epiphytic bryophytes and lichens in deciduous woodland key habitats. *Biodiversity and Conservation* 21(12): 3221–3241.
- Mills, S.E., Macdonald, S.E., 2005. Factors influencing bryophyte assemblage at different scales in the western Canadian boreal forest. *The Bryologist* 108(1): 86–100.
- Mitchell, R.J., Beaton, J.K., Bellamy, P.E., Chetcuti, J., Eaton, S., Ellis, C.J., Gimona, A., Harmer, R., Hester, A.J., Hewison, R.L., Hodgetts, N.G., Iason, G.R., Kerr, G., Littlewood, N.A., Newey, S., Potts, J.M., Pozsgai, G., Ray, D., Sim, D.A., Stockan, J.A., Taylor, A.F.S., Woodward, S., 2014. Ash dieback in the UK: A review of the ecological and conservation implications and potential management options. *Biological Conservation* 175: 95–109.
- Pautasso, M., Aas, G., Quelo, V., Holdenrieder, O., 2013. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback – A conservation biology challenge. *Biological Conservation* 158: 37–42.
- Peck, J.E., 2010. *Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD*. Glenden Beach, OR: MjM Software Design.
- Pušpure, I., Laiviņš, M., Matisons, M., Gaitnieks, T., 2016. Understory changes in *Fraxinus excelsior* stands in response to dieback in Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences* 70(3): 132–137.
- Roberge, J.-M., Bengtsson, S.B.K., Wulff, S., Snäll, T., 2011. Edge creation and tree dieback influence the patch-tracking metapopulation dynamics of a red-listed epiphytic bryophyte. *Journal of Applied Ecology* 48: 650–658.
- Timmermann, V., Nagy, N.E., Hietala, A.M., Børja, I., Solheim, H., 2017. Progression of ash dieback in Norway related to tree age, disease history and regional aspects. *Baltic Forestry* 23(1): 150–158.
- Vasiliauskas, R., Bakys, R., Lygis, V., Barklund, P., Ihrmark, K., Stenlid, J., 2006. Fungi associated with the decline of *Fraxinus excelsior* in the Baltic States and Sweden. In: Oszako, T., Woodward, S. (eds.) *Possible limitation of dieback phenomena in broadleaved stands*. Warsaw: Forest Research Institute, pp. 45–53.

## RELATIONSHIP BETWEEN EPIPHYTE DIVERSITY AND TREE SPECIES IN FOREST STANDS WITH *FRAXINUS EXCELSIOR*

Linda Gerra-Inohosa

### Summary

In the recent years, rapid destruction of the European ash *Fraxinus excelsior* caused by the ascomycete *Hymenoscyphus fraxineus* has been observed both throughout Europe and in Latvia. Thereby the habitats (substrates) for many epiphyte species are decreasing. The aim of this study was to determine the composition of bryophyte and lichen species in forest stands with *Fraxinus excelsior*. In addition, the specific flora of epiphytes on *Fraxinus excelsior* were analyzed. Eighteen forest stands throughout the territory of Latvia were investigated. In total 70 bryophyte species and 49 lichen species were recorded on 296 trees. Twenty four species were rare and protected in Latvia. The highest species richness of epiphytes were found on *Fraxinus excelsior*. The wych elm *Ulmus glabra* had the highest proportion of bryophyte and lichen species that were also recorded on *Fraxinus excelsior*.

Key words: epiphytic bryophytes and lichens, species richness, epiphytes characteristic to *Fraxinus excelsior*.



## JAUNAS RETO UN AIZSARGĀJAMO VASKULĀRO AUGU SUGU ATRADNES AIZSARGĀJAMO AINAVU APVIDŪ “AUGŠZEME”

Gunta Evarte-Bundere, Pēteris Evarts-Bunders un Uvis Suško

Daugavpils Universitātes Dzīvības zinātņu un tehnoloģiju institūts,  
E-pasts: gunta.evarte@biology.lv

Aizsargājamo ainavu apvidū “Augšzeme”, kas aizņem vairāk nekā 20 000 ha, par galvenajām dabas vērtībām uzskatāms liels ezeru skaits – 52 ezeri, pārejas purvi un slīkšņas, kā arī lielā reto un aizsargājamo vaskulāro augu daudzveidība. 2015. gada vasarā aizsargājamo ainavu apvidū “Augšzeme” konstatētas 54 retas un aizsargājamas vaskulāro augu sugas, no tām 12 sugas konstatētas teritorijā agrāk, bet 2015. gadā vairs nav atrastas. Vairākām sugām aizsargājamo ainavu apvidū būtiski mainījies atradņu blīvums – no dažām līdz vairākiem desmitiem atradņu. Pētījuma rezultātā vairākām sugām, ar nosacītu Rietumlatvijas izplatību (ārstniecības ķiplocenei *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara et Grande, trejzobu akmeņlauzītei *Saxifraga tridactylites* L., krāsu zeltlapei *Serratula tinctoria* L., sīkajam āboliņam *Trifolium dubium* Sibth.), konstatētas bagātīgas atradnes. Reto un aizsargājamo sugu fitoģeogrāfiskās analīzes rezultāti liecina, ka teritorijā vairāk ir pārstāvētas Viduslatvijai un Rietumlatvijai vai Latvijai kopumā raksturīgās okeāniski-kontinentālo un sektoriālo grupu sugas un šo fiziģeogrāfisko grupu proporcija vairāk atbilst Latvijai kopumā, mazāk – Austrumlatvijas un Sēlijas lokālfiorām.

Raksturvārdi: flora, Austrumlatvija, sugu sastopamība teritorijā, fitoģeogrāfiskā analīze.

### IEVADS

Aizsargājamo ainavu apvidus “Augšzeme” dibināts 1977. gadā, tā platība ir 20 807,8 hektāri. Šajā teritorijā ietilpst divi dabas parki – “Medumu ezeraine” un “Svente”; četri dabas liegumi – “Sventes ezera salas”, “Medumu ezera salas”, “Bardinska ezers” un “Skujines ezers”, kā arī divi aizsargājami dendroloģiskie stādījumi – “Medumu parks” un “Jaunsventes parks”. Aizsargājamo ainavu apvidus “Augšzeme” dibināts ainaviski augstvērtīgas teritorijas aizsardzībai. Viena no galvenajām ainaviskajām un dabas aizsardzības vērtībām šeit ir 52 ezeri.

Teritorijā ir konstatēti arī 21 Eiropas Savienības nozīmes aizsargājamo biotopu veids – tie ietver mežus, zālājus, purvus un saldūdeņus, kas kopumā aizņem 14,9 % aizsargājamo ainavu apvidus (AAA) “Augšzeme” teritorijas (Kursīte (red.), 2016). Līdz šim pašreizējās AAA “Augšzeme” robežās detalizēta biotopu un vaskulāro augu kartēšana nav veikta. Pirmos floras pētījumus te veikuši pazīstamie Sēlijas un Latgales floras pētnieki J. Fedorovičs (1851), T. Bīnerts (1861) un E. Lēmanis (Fiedorowicz, 1851; Bienert, 1861; Lehmann, 1895). Ļoti nozīmīgas ekspedīcijas visā Ilūkstes apriņķa teritorijā 1898. un 1899. gada vasarā veicis K.R. Kupfers (Suško & Evarts-Bunders, 2010). Līdz šim detalizētākie floras pētījumi šajā teritorijā veikti no 1977. līdz 1980. gadam, kad veidots Dienvidaustrumu ģeobotāniskā rajona apraksts, izveidots vaskulāro augu saraksts ar 983 sugām (Клявнина и др., 1982). 20. gs. 90. gados un 21. gs. sākumā botāniķis U. Suško pētījis Ilūkstes lielezeraines ezeru floru (Suško, 1993, 2002; Suško & Bambe, 2002; Suško & Evarts-Bunders, 2010). 2007. gadā Latvijas Botāniķu biedrības īstenotā projekta

“Īpaši aizsargājamo augu sugu atradņu inventarizācija Daugavpils rajonā” ietvaros no jauna pārbaudītas vaskulāro augu atradnes bijušajā Daugavpils rajonā, tajā skaitā Sventes, Medumu, Kalkūnes un Šēderes pagastos AAA “Augšzeme” teritorijā. Atsevišķas vērtīgas aizsargājamo vaskulāro augu herbārija lapas glabājas Daugavpils Universitātes herbārijā (DAU).

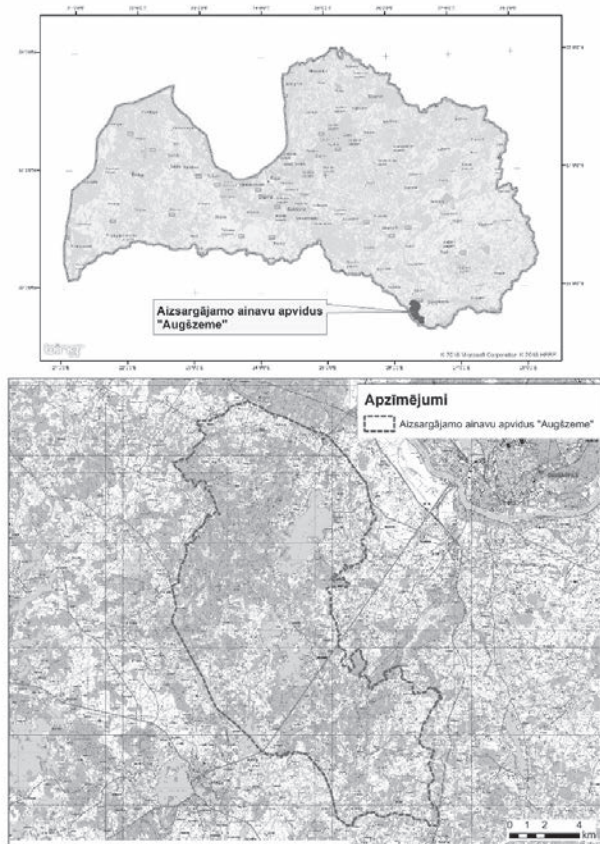
Teritorija ir nozīmīga ar daudzu retu un aizsargājamu ūdensaugu atradnēm. Liela daļa reto un aizsargājamo sugu atradņu koncentrējas ap mazajiem ezeriem. Ezeru krastos un starppauguru ieplakās atrodas bioloģiskās daudzveidības ziņā vērtīgi pārejas purvi un slīkšņas, kuros sastopamas Lēzeļa lipares *Liparis loeselii* (L.) Rich., purvāja vienlapes *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., purva sūnenes *Hammarbya paludosa* (L.) Kuntze un trejdaivu koraļlsaknes *Corallorhiza trifida* Châtel. populācijas. Citas ievērojamas reto un aizsargājamo augu sugu koncentrēšanās vietas ir Laucesas upes ieleja un tai piegulošās teritorijas, kā arī aizsargājamo ainavu apvidū ietilpstošie dabas parki “Medumu ezeraine” un “Svente”, dabas liegumi “Bardinska ezers”, “Medumu ezera salas”, “Skujines ezers” un “Sventes ezera salas”.

## MATERIĀLS UN METODES

### *Pētījuma teritorijas raksturojums*

AAA “Augšzeme” atrodas Latvijas dienvidaustrumu daļā, Daugavpils un Ilūkstes novados (1. att.). Atbilstoši valsts fiziogēogrāfiskajam iedalījumam (Zelčs & Šteins, 1989; Ramans & Zelčs, 1995), AAA “Augšzeme” atrodas Augšzemes augstienes divos dabas apvidos – Ilūkstes paugurainē un Skrudalienas paugurainē. Apmēram divas trešdaļas no AAA “Augšzeme” teritorijas atrodas Ilūkstes pauguraines dienvidaustrumu daļā, bet viena trešdaļa – Skrudalienas pauguraines rietumu daļā. Ainavu apvidus dienvidaustrumu daļā abas pauguraines nodala Laucesas ielejveida pazeminājums (Laucesas senleja). Norādītais apakšrajons, ņemot vērā ilggadīgo vidējo gaisa temperatūru, ir siltākais Latvijā ar visizteiktākajām kontinentālā klimata iezīmēm. Konrada kontinentalitātes indeksa vērtības šajā teritorijā sasniedz maksimālās vērtības Latvijā, respektīvi, 30–31 vienību (Draveniece, 2007). Teritorijā daudzgadīgā vidējā gaisa temperatūra janvārī ir  $-6,6^{\circ}\text{C}$ , bet jūlijā  $+17,6^{\circ}\text{C}$ , gada vidējā gaisa temperatūra ir  $+5,4^{\circ}\text{C}$ . Bezsalas periods ilgst 140–143 dienas. Kopumā aktīvo temperatūru summa ainavu apvidus teritorijā ir  $2100^{\circ}\text{C}$  līdz  $2200^{\circ}\text{C}$ . Vidējais nokrišņu daudzums gadā ir 720–750 mm (Kursīte (red.), 2016).





1. attēls. Aizsargājamo ainavu apvidus "Augšzeme" atrašanās vieta Latvijas teritorijā.  
*Figure 1. Location of Augšzeme Protected Landscape Area in Latvia.*

### *Reto un aizsargājamo vaskulāro augu inventarizācija*

Šajā rakstā esam apkopojuši datus tikai par retām un aizsargājamām sugām, kas iekļautas Latvijas Sarkanajā grāmatā (Andrušaitis, 2003), 2000. gada 14. novembra Ministru kabineta noteikumos Nr. 396 "Noteikumi par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu" un Eiropas Padomes direktīvā 92/43/EEK "Par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību".

Reto un aizsargājamo vaskulāro augu detalizēta kartēšana notika 2015. gada veģetācijas sezonā AAA "Augšzeme" dabas aizsardzības plāna izstrādes ietvaros. AAA teritorijā no jauna pārbaudītas iepriekš zināmās reto un aizsargājamo augu atradnes un konstatētas daudzas jaunas atradnes (mikropopulācijas). Teritorijas kartēšanā piedalījās Daugavpils Universitātes Dzīvības zinātņu un tehnoloģiju institūta Botānikas laboratorijas speciālisti Gunta Evarte-Bundere, Pēteris Evarts-Bunders, Dana Krasnopoļska, Uvis Suško un Inita Svilāne.

Trejzobu akmeņlauzītes *Saxifraga tridactylites* un sīkā āboliņa *Trifolium dubium* izplatības kartes papildinātas arī ar citām jaunākajām atradnēm no Daugavpils Universitātes (DAU) herbārija datubāzes ([www.db.biology.lv](http://www.db.biology.lv)).

Sniegts īss apraksts par katru konstatēto reto un aizsargājamo sugu, kurā norādīta tās izplatība Latvijā, pirmais atradējs (ievācējs) AAA “Augšzeme”, sugu atradnes norādītas Latvijas botānisko kvadrātu tīklā (Табака и др., 1988), kurā suga konstatēta, kā arī starptautiski citējamais herbārija akronīms, kurā glabājas ievāktais herbārijs:

DAU – Daugavpils Universitātes herbārijs;

LATV – Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Botānikas laboratorijas herbārijs;

RIG – Latvijas Universitātes Botānikas muzeja herbārijs.

### *Fitoģeogrāfiskā analīze*

Dabas lieguma fitoģeogrāfiskā analīze veikta autohtonajām sugām, balstoties uz Centrāleiropas augu sugu areālu klasifikāciju (Jäger & Weinert, 1965; Meusel *et al.*, 1978). Balstoties uz šo pieeju, augu sugas sadalītas sektoriālajās un okeāniski kontinentālajās grupās.

## REZULTĀTI UN DISKUSIJA

### *Aizsargājamo ainavu apvidū konstatētās retās un aizsargājamās vaskulāro augu sugas*

AAA “Augšzeme” teritorijā kopumā konstatētas 54 retas un aizsargājamās vaskulāro augu sugas, no kurām 2015. gadā konstatētas 42. Piecas no šajā teritorijā konstatētajām vaskulāro augu sugām – spilvainais ancītis *Agrimonia pilosa*, Lēzeļa lipare *Liparis loeselii*, lokanā najāda *Najas flexilis*, pļavas linlape *Thesium ebracteatum* un meža silpurene *Pulsatilla patens* (pēdējā atkārtoti nav konstatēta) ir iekļautas Padomes Direktīvas 92/43/EEK (12.05.1992.) par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību II pielikumā, bet četras sugas – parastais plakanstaipeknis *Diphysastrum complanatum*, gada staipeknis *Lycopodium annotinum*, vāļīšu staipeknis *Lycopodium clavatum* un apdzira *Huperzia selago* – šīs direktīvas V pielikumā.

Tālāk uzskaitītas AAA “Augšzeme” teritorijā sastopamās retās un aizsargājamās vaskulāro augu sugas, kas konstatētas 2015. gadā.

**Spilvainais ancītis *Agrimonia pilosa* Ledeb.** Latvijā izplatība nevienmērīga. AAA “Augšzeme” sastopams samērā bieži visā teritorijā gar meža ceļiem, uz stigām un mežmalās.

**Ženēvas cekuliņš *Ajuga genevensis* L.** Latvijā sastopams reti, nevienmērīgi, sasniedz izplatības areāla ziemeļaustrumu robežu. Medumu apkārtnē (28/44 – šeit un turpmāk norādīts botāniskā kvadrāta numurs) zināms kopš 1976. gada (Ančupāne, DAU). Apsekojot teritoriju, konstatētas divas atradnes Laucesas ezera apkārtnē (Krasnopolška, DAU).

**Ārstniecības ķiplocene *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara et Grande** Latvijā sastopama diezgan reti, tikai Latvijas dienvidrietumu un centrālajā daļā, galvenokārt Ventas un to

pieteku ielejās. Latvijā aug areāla ziemeļu robežas tuvumā. Pirmo reizi Latvijas dienvidaustrumu daļā konstatēta 2015. gadā pie Zemgales stacijas (29/45) (Krasnopoļska, DAU) un AAA "Augšzeme" teritorijā Teteru apkārtnē (29/44) baltalkšņu damaksnī uz aizaugoša meža ceļa (Evarts-Bunders, DAU). Populācijas lielums ir apmēram 6000 eksemplāru.

**Meža vizbulis *Anemone sylvestris* L.** Latvijā sastopams ne visai bieži, galvenokārt Latvijas centrālajā un austrumu daļā. Suga Medumu apkārtnē (28/44) zināma kopš 1965. gada (Anaško, DAU), kur atkārtotas pārbaudes laikā netika konstatēta. 2015. gadā atrasta Svirkļu apkārtnē (27/44) (Evarts-Bunders, DAU).

**Rudens ūdenīte *Callitriche hermaphroditica* L.** Latvijā sastopama reti – galvenokārt lielos ezeros ar dzidru ūdeni. AAA "Augšzeme" suga pirmoreiz konstatēta 2009. gadā Sventes ezerā (27/44) (Suško, DAU). Pārbaudes laikā 2015. gadā Sventes ezerā konstatētas vairākas vitālas atradnes.

**Vizuļu grīslis *Carex brizoides* L.** Latvijā sasniedz areāla austrumu robežu. Atradne AAA "Augšzeme" Medumu apkārtnē (28/44) zināma kopš 1970. gada (Tabaka, LATV). Populācija ir veģetatīvā stāvoklī un aizņem aptuveni 150 m<sup>2</sup> platību.

**Pleznveida grīslis *Carex ornithopoda* Willd.** Latvijā sastopams diezgan reti, galvenokārt Daugavas, Gaujas, Abavas, Imulas un Amulas ielejā. Atradne AAA "Augšzeme" zināma kopš 1976. gada pie Laucesas (Smelīnas) ezera (Tabaka, LATV). 2015. gadā konstatēti daži eksemplāri uz austrumiem no Kumpiņa ezera (28/44) (Krasnopoļska, DAU).

**Matainais grīslis *Carex pilosa* Scop.** Latvijā iepriekš uzskatīts par izzūdošu sugu (Andrušaitis (red.) 2003). Pašlaik Austrumlatvijā zināmas jau 10 atradnes – galvenokārt gravās gar Daugavu, kā arī dabas liegumos "Pilskalnes Siguldiņa", "Zvirgzdenes salas", "Raudas meži" u. c. (Gudžinskas *et al.*, 2010; Iliško & Soms, 2011). 2015. gadā AAA "Augšzeme" teritorijā konstatētas trīs jaunas vitālas atradnes – Ločmaņu apkārtnē (28/44) (Krasnopoļska, DAU) platlapju mežā un vairākās vietās Šēderes strauta labajā krastā (27/44) (Krasnopoļska, DAU), kūdreņa malā Daiļu apkārtnē (28/44) (Evarts-Bunders, DAU).

**Lielā raganzālīte *Circaea lutetiana* L.** Latvijā izplatīta reti, nevienmērīgi, Latvijas rietumu un dienvidu daļā. AAA "Augšzeme" suga pirmoreiz konstatēta 1977. gadā pie Sventes ezera, Križevkā (27/45) (Tabaka, LATV), pašlaik konstatētas 52 vitālas atradnes trijos botāniskajos kvadrātos: 27/44, 28/44, 28/45. Visvairāk izplatīta Šķirstenes ezera un Medumu ezera apkārtnē aluviālos mežos, staignāju mežu malās, cirmsmās, baltalksnajos, lapu koku mežos un uz stīgām.

**Trejdaivu koraļšakne *Corallorhiza trifida* Châtel.** Latvijā sastopama paretī mitros, slapjos un purvainos mežos, kā arī pārejas purvos. AAA "Augšzeme" šī suga ir atrasta 2007. gadā Matīšu ezera krastos (Suško, DAU), kur aug jaunās lapu koku mežaudzēs pārejas purva malā un Petkēviča ezera krastos melnalkšņu krūmājā.

**Krūmu cietpiene *Crepis praemorsa* (L.) Tausch** Latvijā sastopama samērā reti, galvenokārt Latvijas rietumu un centrālajā daļā, bet valsts austrumu daļā – reti. AAA "Augšzeme" pirmoreiz konstatēta 1979. gadā Laucesas labajā krastā pie Vilkumiesta (Tabaka, Kļaviņa,

Zariņa, LATV). Atradnē pārbaudes laikā konstatēti daži vitāli eksemplāri kaļķainā zālājā.

**Baltijas dzegužpirkstīte *Dactylorhiza baltica* (Klinge) N. I. Orlova** Latvijā sastopama diezgan bieži pļavās. AAA “Augšzeme” sastopama galvenokārt dabiskos zālajos izklaidus visā teritorijā.

**Fuksa dzegužpirkstīte *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó** Latvijā sastopama diezgan bieži, galvenokārt aluviālos mežos un staignāju mežos. AAA “Augšzeme” sastopama diezgan bieži piemērotos meža biotopos – aluviālos mežos gar Lauceses, Pakrāces un Grendzes upēm, kā arī bagātos dumbrāju mežu nogabalos izklaidus visā teritorijā.

**Stāvlapu dzegužpirkstīte *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó** Latvijā sastopama diezgan bieži pļavās. Diezgan bieži mēreni mitrās un mitrās pļavās, vietām arī ezeru piekrastes pārejas purvos un slīkšņās.

**Plankumainā dzegužpirkstīte *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó** Latvijā sastopama diezgan bieži pļavās. Bagātākās atradnes AAA “Augšzeme” zināmas Gatenes un Matīšu ezera krastos.

**Parastais plakanstaipeknis *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub** Latvijā sastopams ne visai bieži, nevienmērīgi, galvenokārt centrālajā un austrumu daļā, īpaši Daugavas un Gaujas baseina priežu mežos. AAA “Augšzeme” teritorijā sastopams ļoti reti, jo ir maz sugai piemērotu biotopu.

**Kārpainais segliņš *Euonymus verrucosa* Scop.** Latvijā sastopams retumis dienvidaustrumu un centrālajā daļā, pārējā teritorijā ļoti reti vai nav sastopams. Sventes un Medumu apkārtnē zināms kopš 1965. gada (DAU). AAA “Augšzeme” bieži aug piemērotos biotopos nogāžu un gravu mežos un platlapju mežos.

**Krustlapu drudzene *Gentiana cruciata* L.** Latvijā sastopama diezgan reti, galvenokārt upju ielejās kaļķainos zālajos. Latvijā sasniedz areāla rietumu robežu. AAA “Augšzeme” pirmoreiz konstatēta 1979. gadā Lauceses krastā Smelīnā (Kļaviņa, LATV). 2015. gadā, apsekojot AAA “Augšzeme”, konstatētas četras jaunas vitālas krustlapu drudzenes atradnes.

**Jumstiņu gladiola *Gladiolus imbricatus* L.** Latvijas centrālajā un dienvidaustrumu daļā sastopama diezgan reti, rietumu un ziemeļu daļā – ļoti reti. AAA “Augšzeme” pirmoreiz konstatēta 1979. gadā Lauceses labajā krastā pie Vilkumiesta (Zariņa, LATV). Pašlaik teritorijā palicis tikai viens aizaugošs palieņu zālāja fragments, kur suga netika konstatēta. Apsekojot AAA “Augšzeme”, konstatētas divas jaunas vitālas jumstiņu gladiolas atradnes Medumu pagastā Vīrsaišu apkārtnē (29/45) (Evarte-Bundere, DAU), Ļipavku apkārtnē (28/44) (Evarts-Bunders, DAU).

**Purva sūnene *Hammarbya paludosa* (L.) Kuntze** Latvijā sastopama pārejas purvos un aizaugošu, purvainu ezeru krastos. AAA “Augšzeme” pirmoreiz konstatēta 1979. gadā. Apsekojot AAA “Augšzeme”, šī suga konstatēta septiņu ezeru piekrastēs (Bezvārdis, Bardinska, Gatenes, Matīšu, Mazais Kļaviņš, Ružu un Užuļa ezers).

**Apdzira *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart.** Latvijā sastopama ne visai bieži visā teritorijā, AAA “Augšzeme” – diezgan reti.

**Mieturu hidrilla** *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle Latvijā sastopama reti, tikai valsts austrumu un dienvidaustrumu daļā. Pirmoreiz AAA "Augšzeme" konstatēta 1994. gadā Skujines ezerā (Suško, DAU). 2015. gadā U. Suško šo sugu atrada vēl trijos ezeros – Kumpiņa, Lielajā Ilgas un Meduma ezerā, kur mieturu hidrilla veido nelielas audzes.

**Lēzela lipare** *Liparis loeselii* (L.) Rich. Latvijā sastopama diezgan reti, aug areāla ziemeļu robežas tuvumā. AAA "Augšzeme" ezeru slīkšņās ir viena no bagātākajām Lēzeļa lipares atradnēm Latvijā. Kopš pirmajiem atradumiem AAA "Augšzeme" 1991. gadā (Rudzīšu ezers, Ružu ezers, Bezvārdis) šī suga te ir konstatēta 23 no kopumā 52 ezeru nokrastu slīkšņās un piekrastu pārejas purvos (Suško, LATV, DAU). 2015. gadā tika atklātas vēl sešas agrāk nezināmas atradnes Grāveļu (28/44), Kunigundu (28/44), Latišonku (27/45), Lielā Kumpinišķu (28/44), Mazā Ilgas (28/44) un Vasara (28/44) ezera nokrastu slīkšņās, bet dažādu iemeslu dēļ netika konstatētas agrāk zināmajās atradnēs Ledusezera (konstatēta 1994. gadā), Mazā Skujines (2010. gads) un Mičūnu (2010. gads) ezera krastos. Tātad 2015. gadā Lēzeļa lipare konstatēta 20 AAA "Augšzeme" ezeru nokrastu slīkšņās un piekrastes pārejas purvos, visu ezeru krastos kopā 792 eksemplāri. Rekordisti starp ezeriem ir Bezvārdis (251 eksemplāri), Ružu ezers (139 eksemplāri), Užuļa ezers (84 eksemplārs), Kovaļevska ezers (74 eksemplārs), Meduma ezers (62 eksemplāri), Vasara ezers (45 eksemplārs), Bardinska ezers (38 eksemplārs), Kunigundu eksemplārs (22 eksemplārs). Pārējo 12 ezeru krastos sastopami no 1–14 Lēzeļa lipares eksemplāri.

**Sirdsveida divlape** *Listera cordata* (L.) R. Br. Latvijā diezgan reti, nevienmērīgi, galvenokārt teritorijas rietumu daļā. Pirmo reizi AAA "Augšzeme" atrasta 2015. gadā pie Grendzes ezera (Svilāne, DAU).

**Gada staipeknis** *Lycopodium annotinum* L. Latvijā sastopams diezgan bieži, AAA "Augšzeme" – piemērotos meža biotopos bieži.

**Vāļišu staipeknis** *Lycopodium clavatum* L. Latvijā sastopams diezgan bieži, AAA "Augšzeme" – diezgan reti.

**Purvāja vienlape** *Malaxis monophyllos* (L.) Sw. Latvijā sastopama diezgan reti, visbiežāk aug slapjos un mitros lapu koku mežos, kā arī pārejas purvos. AAA "Augšzeme" suga zināma kopš 2009. gada, kad konstatēta Gatenes ezera apkārtnē (27/44) (Suško, DAU). 2015. gadā AAA "Augšzeme" šī suga ir atrasta vairākās vietās, tostarp Gatenes un Mazā Kļavišķu ezera krastos (28/45).

**Sīkziedu neaizmirstule** *Myosotis sparsiflora* Pohl Latvijā sastopama diezgan reti, galvenokārt Rīgā un tās apkārtnē, kā arī Daugavas ielejā. Latvijā sasniedz areāla rietumu robežu. Pirmoreiz AAA "Augšzeme" konstatēta 1979. gadā Lauceses upes krastā pie Vilkumiesta (Kļaviņa, LATV). Atradne atkārtoti konstatēta 2015. gadā.

**Lokanā najāda** *Najas flexilis* (Willd.) Rostk. et W. L. E. Schmidt Latvijā sastopama ļoti reti, šobrīd zināma tikai deviņos ezeros valsts rietumu un dienvidaustrumu daļā. AAA "Augšzeme" pirmo reizi konstatēta 1994. gadā Skujines ezerā (Suško, LATV). Atradne atkārtoti konstatēta 2015. gadā.

**Mazā najāda** *Najas minor* All. Latvijā sastopama ļoti reti tikai 11 ezeros valsts dienvidaustrumu daļā. Pirmoreiz AAA "Augšzeme" konstatēta Robežas ezerā 1996. gadā

(Suško, LATV), pašlaik izzudusi. 2015. gadā U. Suško atklājis jaunu vitālu atradni Lielajā Šķirstenes ezerā.

**Smaržīgā naktsvijole *Platanthera bifolia* (L.) Rich.** Latvijā sastopama diezgan bieži un vienmērīgi, AAA “Augšzeme” – reti mežmalās un ceļmalās.

**Smaillapu glīvene *Potamogeton acutifolius* Link** Latvijā sastopama reti, tikai valsts centrālajā un dienvidaustrumu daļā. AAA “Augšzeme” teritorijā pirmoreiz konstatēta 1996. gadā Medumos Mazajā Ilgas ezerā (28/44) (Suško, LATV). No 1996. līdz 2015. gadam AAA “Augšzeme” kopumā konstatēta 23 ezeros. 2015. gadā konstatēta 20 ezeros, to vidū pirmo reizi arī Laucesas ezerā, bet netika atrasta Grendzes ezerā, kā arī Lielajā un Mazajā Kumpotī.

**Smaillapu glīvene *Potamogeton rutilus* Wolfg.** Latvijā sastopama diezgan reti visā valstī. Pirmoreiz konstatēta 1991. gadā Kurcuma ezerā (29/44) (Suško, LATV). No 1991. līdz 2015. gadam atrasta arī Grāveļu, Lielajā Kumpinišķu, Meduma, Skujīnes, Sventes un Svilišķu ezerā.

**Matveida glīvene *Potamogeton trichoides* Cham. et Schltld.** Latvijā sastopama reti, galvenokārt valsts centrālajā un dienvidaustrumu daļā. AAA “Augšzeme” pirmo reizi 2015. gadā U. Suško konstatējis Kumpiņa ezerā.

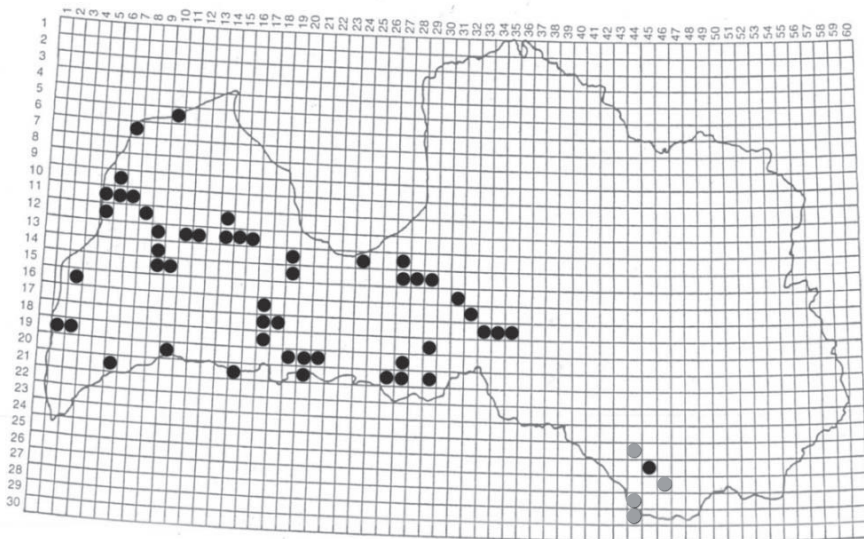
**Kalnu rūgtdille *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench** Latvijā sastopama diezgan reti un nevienmērīgi, galvenokārt Daugavas ielejā un Rīgas līča rietumu piekrastē. AAA “Augšzeme” pirmoreiz konstatēta 1977. gadā Laucesas ielejā (Kļaviņa, LATV), 2015. gadā atradne pārbaudīta no jauna, un tās populācijas lielums ir apmēram 100 eksemplāri.

**Villainā gundega *Ranunculus lanuginosus* L.** Latvijā suga izplatīta reti un nevienmērīgi Piejūras zemienē, rietumu un centrālajā daļā, galvenokārt valsts dienvidu daļā. AAA “Augšzeme” pirmoreiz konstatēta 2015. gadā Zobu apkārtnē uz iebraukta ceļa sugām bagāta egļu meža izcirtumā (28/45) (Evarte-Bundere, DAU).

**Trejzobu akmeņlauzīte *Saxifraga tridactylites* L.** sastopama diezgan reti Latvijas rietumu, centrālajā un dienvidaustrumu daļā. Uz ziemeļaustrumiem no Daugavas ielejas suga nav sastopama. AAA “Augšzeme” teritorijā 2015. gadā konstatētas piecas vitālas atradnes divos botāniskajos kvadrātos: 29/44 (Evarte-Bundere, DAU) un 28/44 (Krasnopoļska, DAU), kopējais populācijas lielums vērtējams vairāk par 10 000 eksemplāru. Suga konstatēta gan aizaugoša kaļķainā zālājā, gan sausā atmatā. Sugas izplatība Latvijā – 2. attēlā.

**Krāsu zeltlape *Serratula tinctoria* L.** Latvijā sastopama reti, galvenokārt Kurzemes dienvidu daļā, ļoti reti Latvijas dienvidaustrumu daļā. AAA “Augšzeme” teritorijas dienvidu daļā pirmoreiz konstatēta 1996. gadā Kurcuma ezera apkārtnē (29/45) (Suško, LATV) (Suško, 2002). 2015. gadā atkārtotas inventarizācijas laikā šeit atrastas vairākas vitālas atradnes.

**Biezlapu virza *Stellaria crassifolia* Ehrh.** Latvijā sastopama reti. Pirmoreiz AAA “Augšzeme” konstatēta 1978. gadā (Tabaka, Zariņa, Kļaviņa, LATV). No 1991. līdz 2015. gadam U. Suško konstatējis 12 ezeru nokrastes slīkšņās. 2015. gadā tā tika atrasta deviņu ezeru krastos (Bezvārdis, Bardinska, Grāveļu, Kunigundu, Kurčinas, Ledusezers, Mičūnu, Ružu un Vasara ezers), bet dažādu iemeslu dēļ netika konstatēta Gatenes, Golodajevkas un Kurcuma ezera krastos.

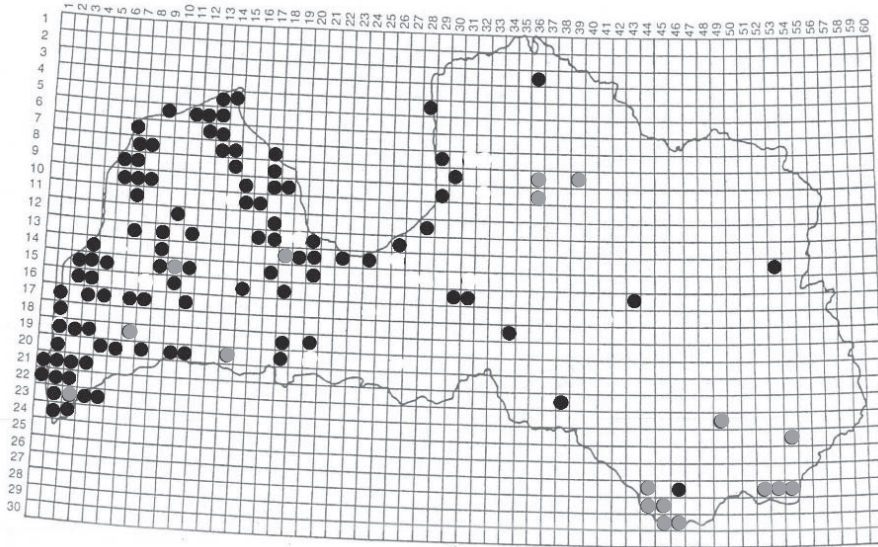


2. attēls. Trejzobu akmeņlauzītes *Saxifraga tridactylites* izplatība Latvijā:  
 ● – līdz šim zināmās atradnes (Gavrilova, 2004); ● – mūsu pētījumā konstatētās jaunās atradnes.  
 Figure 2. Distribution of *Saxifraga tridactylites* in Latvia:  
 ● – earlier recorded localities (Gavrilova, 2004); ● – new localities.

**Sīkais āboliņš *Trifolium dubium* Sibth.** Latvijā izplatīts samērā reti un nevienmērīgi, galvenokārt Piejūras zemienē, Rietumlatvijā (Roze, 2015). AAA "Augšzeme" pirmoreiz konstatēts 2015. gadā, tad atrastas deviņas jaunas, vitālas atradnes sausos zālajos kaļķainās augsnēs un sugām bagātās ganībās četros botāniskajos kvadrātos: 27/44 (Evarts-Bunders, DAU), 28/44 (Krasnopoļska, DAU), 28/45 (Evarts-Bunders, DAU), 29/45 (Krasnopoļska, DAU). Tuvākā iepriekš zināmā atradne ir Daugavpils pilsēta (Evarts-Bunders *et al.*, 2015). Sugas izplatība Latvijā – 3. attēlā.

**Pļavas linlape *Thesium ebracteatum* Hayne** Latvijā sastopama ļoti reti Piejūras zemienē, Viduslatvijas austrumu daļā un Austrumlatvijas rietumu daļā. AAA "Augšzeme" teritorijā konstatēta 1977. gadā Medumu apkārtnē Laucesas ielejā (Tabaka, LATV). 2015. gadā konstatēta Laucesas ezera apkārtnē (28/44) aizaugošā atmatā (Krasnopoļska, DAU). Populācijā konstatēti apmēram 500 eksemplāri.

**Smalklapu vīķis *Vicia tenuifolia* Roth** sastopams reti un nevienmērīgi, galvenokārt Austrumlatvijā un Viduslatvijā (Roze, 2015). AAA "Augšzeme" teritorijā pirmoreiz konstatēts 1928. gadā Medumu apkārtnē pie Laucesas (Zāmelis, Liepiņa, RIG II), no jauna 2015. gadā atrasts nogāzē ar calcifītu veģetāciju Līkā tilta apkārtnē (28/45) (Evarte-Bundere, DAU). 2015. gadā atrastas vēl divas atradnes Daugavpils–Ilūkstes šosejas malā (27/44) (Krasnopoļska, DAU).



3. attēls. Sīkā āboliņa *Trifolium dubium* izplatība Latvijā:

● – līdz šim zināmās atradnes (Roze, 2015), ● – mūsu pētījumā konstatētās jaunās atradnes.

Figure 3. Distribution of *Trifolium dubium* distribution of Latvia (Roze, 2015):

● – earlier recorded localities; ● – new localities.

2015. gada pētījumos nekonstatētās, teritorijā iepriekš atrastās sugas

**Zālainā cirvene *Alisma gramineum* Lej.** Latvijā sastopama ļoti reti, galvenokārt valsts centrālajā un austrumu daļā. 2000. gadā, uzbūvējot viesu māju Kurcuma ezera krastā, pārveidota tā izteka, kā rezultātā pacēlies ūdens līmenis par 30 cm, un dzidrība no 1996. gada līdz 2015. gadam samazinājusies no 5 uz 3 metriem. Ezera krastos veidojas niedru audzes, tādēļ izzudusi vienīgā zālainās cirvenes atradne Augšzemes augstienē (Kursīte (red.), 2016).

**Zāļlapu smiltēnīte *Arenaria stenophylla* Ledeb.** Latvijā sastopama reti un nevienmērīgi, galvenokārt valsts centrālajā un austrumu daļā. Apsekojuma laikā suga atkārtoti netika atrasta, kas, iespējams, saistīts ar sugas atradņu skaita kritisku samazināšanos reģionā kopumā, kā to pierāda līdzīgi pētījumi citās teritorijās, kur šī suga agrāk bijusi plaši izplatīta (Evarts-Bunders u. c., 2015).

**Pēdveida grīslis *Carex rhizina* Blytt ex Lindblom** Latvijā sastopams reti – centrālajā un austrumu daļā. Zināmā atradne Laucesas upes krastā nav konstatēta ne AAA “Augšdaugava” dabas aizsardzības plāna izstrādes laikā, ne 2007. gadā aizsargājamo vaskulāro augu sugu reinventarizācijas laikā. Suga nav konstatēta, kaut arī norādītajā teritorijā ir sastopami piemēroti biotopi – nogāžu un gravu meži.



**Pusgrimusī raglape *Ceratophyllum submersum* L.** Latvijā sastopama samērā reti, galvenokārt Rīgas līča piekrastē un tā tuvumā. 2007. gadā suga konstatēta Grendzes ezerā (Suško, DAU). 2015. gadā atradne atkārtoti nav apsekota.

**Ūdenspiparu sīkeglīte *Elatine hydropiper* L.** sastopama ļoti reti valsts centrālajā, ziemeļu un austrumu daļā. 2007. gadā bija sastopama Kurcuma ezerā (Suško, DAU), bet tagad eitrofikācijas dēļ izzudusi, tāpat kā zālainā cirvene.

**Sibīrijas skalbe *Iris sibirica* L.** Latvijā sastopama samērā reti un nevienmērīgi. Apsekojot zināmo 2009. gada U. Suško atradni, suga netika konstatēta – iespējams, neprecīzi norādīta atrašanās vieta.

**Tumšais donis *Juncus stygius* L.** Latvijas austrumu un centrālajā daļā reti un nevienmērīgi sastopama suga. Medumu ezera krastā pirmoreiz konstatēts jau 19. gs. vidū (Lehmann, 1859; Suško & Evarts-Bunders, 2010). AAA "Augšzeme" dabas aizsardzības plāna izstrādes laikā atkārtoti suga netika konstatēta, jo, iespējams, mainījies ūdens līmenis Medumu ezerā, un suga izzudusi.

**Kalnu dedestiņa *Lathyrus linifolius* (Reichard) Bässler** sastopama reti Kurzemē, pārējā teritorijā – ļoti reti. Literatūrā minēta nekonkrēta atradne pie Medumiem (Tabaka, 1976). Teritorijas apsekošanas laikā 2015. gadā nav konstatēta.

**Melnējošā dedestiņa *Lathyrus niger* (L.) Bernh.** Sastopama diezgan reti visā valstī. Analizējot literatūru, konstatēts, ka viena no agrāk zināmajām atradnēm atrodas ārpus AAA "Augšzeme" teritorijas (Daugavpils novada Kalkūnes pagastā pie Deguta (Sila) ezera). Otrā atradne – Lauceses upes ieleja pie Medumiem – ir pārāk nekonkrēta, tādēļ suga šajā apkārtnē nav atrasta.

**Ārstniecības cietsēkle *Lithospermum officinale* L.** Sastopama reti, gandrīz visā valstī. Teritorijas apsekošanas laikā suga netika konstatēta, literatūrā norādīta atradne pie Smeļinas (Vilkumiesta) (Tabaka, 1979).

**Meža silpurene *Pulsatilla patens* (L.) Mill.** Latvijā sastopama diezgan reti, izplatība samazinās virzienā no valsts austrumiem uz rietumiem. Piejūras zemienes Kurzemes daļā nav sastopama. Pārbaudot iepriekš zināmo konkrēto atradni AAA "Augšzeme", meža silpurene atkārtoti netika konstatēta; teritorijā nav daudz piemērotu biotopu.

**Alpu āboliņš *Trifolium alpestre* L.** Latvijā sastopams reti, pārsvarā Daugavas ielejā. Iepriekš AAA "Augšzeme" bija zināmas divas atradnes – viena DAU herbārijā no 1975. gada ar neprecīzu norādi "Medumi, pļava" (Lakotko, DAU), otra – uz ziemeļaustrumiem no Līkā tilta, kas netika konstatēta jau 2007. gadā aizsargājamo augu inventarizācijas projekta ietvaros. Iespējams, suga izzudusi, jo mainījies zemes izmantošanas veids, vai arī tā nav konstatēta neprecīzo norāžu dēļ.

### *Reto un aizsargājamo sugu fitoģeogrāfiskā analīze*

Veicot reto un aizsargājamo sugu fitoģeogrāfisko analīzi pēc okeāniski-kontinentālajām sugu grupām, konstatēts, ka teritorijā ir sastopamas retas un aizsargājamas sugas ar subokeānisku (39 %), vāji okeānisku (20 %), subkontinentālu (18 %), kontinentālu (14 %), okeānisku (7 %) un indiferentu (2 %) izplatību. Savukārt pēc sektoriālajām grupām sastopamas galvenokārt Eiropas (29 %), Eirāzijas (21 %), cirkumpolārās (19 %) un Eirosibīrijas (14 %) sugas, pārējās – mazāk par 5 %. Detalizēta reto un aizsargājamo vaskulāro augu sugu lokālo un reģionālo floru fitoģeogrāfiskā analīze nav veikta, tādēļ korektu datu, ar ko salīdzināt šāda veida AAA “Augšzeme” datus, nav. Salīdzinot iegūtos lielumus ar kopējo Latvijas lokālfloru fitoģeogrāfisko aspektu (Evarts-Bunders *et al.*, 2013; Evarts-Bunders *et al.*, 2017), var atzīmēt, ka šeit vairāk ir pārstāvētas Viduslatvijai un Rietumlatvijai vai Latvijai kopumā raksturīgas okeāniski-kontinentālo un sektoriālo grupu sugas, un šo fitoģeogrāfisko grupu proporcija vairāk atbilst Latvijai kopumā, mazāk – Austrumlatvijas vai Sēlijas lokālflorām. Šajā gadījuma netika analizēta visa Augšzemes flora, bet tikai reto un aizsargājamo sugu komponente, tomēr kopējo tendenci kontinentalitātes un sektorialitātes aspektā tas parāda.

### *Izpētes detalizācijas pakāpes nozīme*

Vecākie AAA “Augšzeme” teritorijā veiktie J. Fedoroviča, K.R. Kupfera u. c. pētījumi uzskatāmi par fragmentāriem (Suško & Evarts-Bunders, 2010). Daudz detalizētāki floras pētījumi šajā teritorijā veikti no 1977. līdz 1980. gadam, kad izveidots Dienvidaustrumu ģeobotāniskā rajona vaskulāro augu floras saraksts ar 983 sugām (Клявнина и др., 1982). Tomēr arī šajos pētījumos floristiskās izpētes līmenis bijis nepilnīgs (pētījums neietvēra sugu kartēšanu, bet tikai floras saraksta izveidi konkrētajam ģeobotāniskajam rajonam). Savukārt vēlākajos gados, palielinoties floras izpētes pakāpei, tika konstatētas daudzas jaunas sugu atradnes, kas būtiski mainīja priekšstatus par sugas kopējo izplatību reģionā. Šeit kā piemēru var minēt lielās raganzālītes izplatības pārmaiņas AAA “Augšzeme” pēdējos gadu desmitos, kad tā Dienvidaustrumu ģeobotāniskā rajona florā minēta kā reģionā ļoti reti sastopama – tikai vienā atradnē pie Sventes ezera (Клявнина и др., 1982). Savukārt 2015. gadā AAA “Augšzeme” konstatētas 52 jaunas lielās raganzālītes atradnes (mikropopulācijas) ar vairāku desmitu tūkstošu eksemplāru kopējo skaitu tajās. Teritorijā konstatētas arī 84 jaunas spilvainā ancīša atradnes, kas apstiprina pieņēmumu, ka teritorija līdz šim bijusi nepilnīgi pētīta, un reto un aizsargājamo sugu atradņu skaits un populāciju lielums līdz šim ticis neprecīzi novērtēts.

Konstatētas sugu sastopamības pārmaiņas AAA “Augšzeme” var skaidrot ne tikai ar nepilnīgiem līdzšinējiem sugu izplatības datiem, bet, iespējams, arī ar būtiskām sugu areāla pārmaiņām klimatisko u. c. faktoru ietekmē. Tomēr šādu sugu izplatību limitējošo faktoru analīze nebija konkrētā pētījuma uzdevums. Līdz ar to objektīvi salīdzināt Dienvidaustrumu ģeobotāniskā rajona floras datus (Клявнина и др., 1982) ar mūsu pētījuma rezultātiem, kā

arī spriest par floras pārmaiņām dažādu sugu izplatību limitējošo ekoloģisko apstākļu ietekmē šajā gadījumā nebūtu lietderīgi.

Salīdzinot iegūtos datus ar iepriekšējiem pētījumiem, teritorijā izdevies pirmoreiz konstatēt tādas aizsargājamas augu sugas kā mataināis grīslis, sirdsveida divlape, kā arī Latvijas dienvidaustrumu daļai neraksturīgas sugas: vilnaino gundegu, ārstniecības ķiploceni, trejzobu akmeņlauzīti (2. att.), sīko āboliņu (3. att.) u. c. Daļa no augu sugām AAA "Augšzeme" teritorijā ir daudz plašāk izplatītas, nekā tika uzskatīts līdz šim. Tādām īpaši aizsargājamām augu sugām kā lielā raganzālīte un Lēzeļa lipare šajā teritorijā ir vienas no vitālākajām atradnēm valstī – AAA "Augšzeme" uzskatāma par abu sugu izplatības kodolteritoriju. Te izveidoti dabas liegumi šo sugu dzīvotņu saglabāšanai: "Bardinska ezers", "Medumu ezera salas", "Skujines ezers", "Sventes ezera salas". Papildus dabas liegumu varētu veidot Bezvārža ezera krastos, kur ir AAA "Augšzeme" teritorijā visbagātākā Lēzeļa lipares mikropopulācija.

### *Sugu izplatības likumsakarības reģionālā mērogā*

Iegūtie rezultāti ir interesanti arī no sugu horoloģiskā aspekta. Pētījuma rezultātā vairākām sugām, ar nosacītu Rietumlatvijas izplatību – ārstniecības ķiplocenei, trejzobu akmeņlauzītei, krāsu zeltlapei, lauka āboliņam, kā arī vairākām Latvijā neaizsargājamām augu sugām ar līdzīgiem izplatības areāliem, piemēram, Eiropas saulpurenei *Trollius europaeus* L. – šeit konstatētas bagātīgas atradnes. Piemēru augu sugām ar kontinentāli-litorālu vai subkontinentāli-litorālu izplatību Latvijas florā netrūkst, un šādas sugas veido aptuveni 1,5 % no kopējā autohtono sugu skaita valstī (Фарапе, 1989). Klasiski sugu, ar šādu izplatības areālu, piemēri ir zemeņu āboliņš *Trifolium fragiferum* L. un dižā aslape *Cladium mariscus* (L.) Pohl – vairums šo sugas atradņu ir zināmas Piejūras zemienē, tomēr atsevišķas atradnes ir zināmas arī Latvijas dienvidaustrumos – reģionā ar viskontinentālāko klimatu Latvijā. Pie šādām sugām var pieskaitīt gan AAA "Augšzeme" teritorijā no jauna atrasto ārstniecības ķiploceni un sīko āboliņu, kā arī šeit agrāk konstatēto, bet mūsu pētījumos atkārtoti nekonstatētās sugas – kalnu dedestiņu un melnējošo dedestiņu.

Pētījuma rezultātā iegūtās jaunākās atziņas par sīkā āboliņa, trejzobu akmeņlauzītes, ārstniecības ķiplocene u. c. izplatības pārmaiņām valstī palīdz izprast arī šo sugu kopējās izplatības likumsakarības reģionā. Vēl vairāku citu Latvijā retu un aizsargājamo sugu, piemēram, bezlapu epipogijas *Epipogium aphyllum* Sw., Ruiša pūķgalves *Dracocephalum ruyschiana* L., ziemas svērtijas *Swertia perennis* L. atradnes Lietuvā un Baltkrievijā sniedzas līdz pat Latvijas dienvidaustrumu robežai (Rašomavičius (red.), 2007; Андреевич, 2015), bet AAA "Augšzeme" teritorijā un Austrumsēlijas reģionā kopumā joprojām nav zināmas. Vēl saistošāka ir augu sugu grupa – Lietuvas un Baltkrievijas Sarkanajās grāmatās norādītie floras retumi, piemēram, *Arnica montana* L., *Aldrovanda vesiculosa* L., *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren. u. c., kuri Latvijā nav konstatēti. Tas ļauj uzskatīt šo reģionu par ļoti perspektīvu floristisko pētījumu vietu, kur iespējami daudzi pārsteidzoši šāda veida atklājumi nākotnē.

## PATEICĪBAS

Pētījums veikts Norvēģijas finanšu 2009.–2014. gada perioda programmas “Kapacitātes stiprināšana un institucionālā sadarbība starp Latvijas un Norvēģijas valsts institūcijām, vietējām un reģionālām iestādēm” projekta Nr. 4.3-24/NFI/INP-003 “Latvijas īpaši aizsargājamo dabas teritoriju integrācija teritorijas plānojumā” ietvaros. Izsākam pateicību vaskulāro augu ekspertēm Danai Krasnopoļskai un Initai Svilānei par materiāla vākšanu, kā arī ģeogrāfisko informācijas sistēmu speciālistam Mārim Nitcim par kartogrāfiskā materiāla sagatavošanu.

## LITERATŪRA

- Andrušaitis, G. (red.), 2003. *Latvijas Sarkanā Grāmata. 3. sējums. Vaskulārie augi*. Rīga: LU Bioloģijas institūts.
- Bienert, T., 1861. *Reisebericht. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat in den Jahren 1853 bis 1860*. Dorpat.
- Daugavpils Universitātes herbārija datubāze* (www.db.biology.lv).
- Draveniece, A., 2007. Okeāniskās un kontinentālās gaisa masas Latvijā. *Latvijas Veģetācija* 14: 3–135.
- Evarts-Bunders, P., Evarte-Bundere, G., Bāra, J., and Nitcis, M., 2013. The flora of vascular plants in nature reserve “Eglone”. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis* 13(2): 21–38.
- Evarts-Bunders, P., Evarte-Bundere, G., Krasnopoļska, D., Lakša, D., Daudziņa, K., and Nitcis, M., 2015. Reto un aizsargājamo vaskulāro augu sugu kartēšana Daugavpils pilsētas teritorijā. *Latvijas Veģetācija* 24: 29–61.
- Evarts-Bunders, P., Evarte-Bundere, G., Suško, U., and Nitcis, M., 2017. Dabas lieguma “Sasaļu mežs” vaskulāro augu flora. *Latvijas Veģetācija* 26: 29–51.
- Fiedorowicz, J., 1851. *Katalog roślin dziko rosnących i niektórych przyswojonych około Iłkukszy przez X. Jozefa Fiedorowicza od roku 1818 aż dotąd postrzeżonych i zadeterminowanych, według układu Linneusza roku 1851. napisany. Nazwiska roślin polacinie, popolsku i politewsku*. Iłkuksza, 88 str. (manuscript).
- Gavrilova, Ģ., 2004. Akmeņlauzišu dzimta (*Saxifragaceae*). Grām: Šulcs, V. (red.) *Latvijas vaskulāro augu flora, 6. sējums*. Rīga: Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, 27.–34. lpp.
- Gudžinskas, Z., Krampis, I., un Laiviņš, M., 2010. Spread of *Carex pilosa* Scop. in Latvia and Lithuania. *Latvijas Veģetācija* 21: 127–132.
- Iliško, E., and Soms, J., 2011. Geographic distribution of protected sedge species *Carex pilosa* Scop. in Latvia with reference to forest ecosystems. *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference II*: 325–331.

- Lehmann, E., 1895. *Flora von Polnisch-Livland mit besonderer Berücksichtigung der Florengebiete Nordwest-Russlands, des Ostbalticums, der Gouvernements Pskow und St. Petersburg*. Dorpat: Jurjew Dorpat, 430 S.
- Jäger, E., und Weinert, E., 1965. *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropaeischen Flora*. Jena, Bd. 1, 583 S.
- Kalniņa, A., 1995. Klimatiskā rajonēšana. Grām.: Kavacs, G. (red.) *Enciklopēdija "Latvijas daba"*, 2. sējums. Rīga: Latvijas Enciklopēdija, 245.–251. lpp.
- Kursīte, L. (red.), 2016. *Aizsargājamo ainavu apvidus "Augšzeme". Dabas aizsardzības plāns*. Rīga: SIA "Estonian, Latvian & Lithuanian Environment", 226 lpp.
- Meusel, H., Jäger, E., Rauschert, S., und Weinert, E., 1978. *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropaeischen Flora*. Jena, Bd. 2, 418 S.
- Ramans, K., un Zelčs, V., 1995. Fiziogēogrāfiskā rajonēšana. Grām.: Kavacs, G. (red.) *Enciklopēdija "Latvijas daba"*, 2. sējums. Rīga: Latvijas Enciklopēdija, 74.–76. lpp.
- Rašomavičius, V. (vyr. red.), 2007. *Lietuvos raudonoji knyga*. Vilnius: Augalai, psl. 398–615.
- Roze, I., 2015. Pākšaugu dzimta (*Leguminosae*). Grām.: Šulcs, V. (red.) *Latvijas vaskulāro augu flora*, 13. sējums. Rīga: Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, 169. lpp.
- Suško, U., 1993. Jaunas orhideju atradnes Ilgās un citur. *LDPAB DPU Informatīvais Biļetens* 6: 6.
- Suško, U., 2002. Interesantākie retu augu atradumi. Grām: *Retie augi*, 50.–55. lpp.
- Suško, U., un Bambe B., 2002. Floristiskie pētījumi Augšzemes un Latgales ezeros. Grām: *Retie augi*, 79.–94. lpp.
- Suško, U., un Evarts-Bunders, P., 2010. Botānisko pētījumu vēsture Dienvidaustrumlatvijā. *Latvijas Veģetācija* 21: 101–125.
- Zelčs, V., un Šteins, V., 1989. Latvijas daba un fiziogēogrāfiskie rajoni. *Zinātne un Tehnika* 7: 2–24.
- Фатаре, И., 1989. *Флора долины реки Даугавы*. Рига: Зинатне, 168 с.
- Клявиня, Г., Плотниекс, М.Р., Табака, Л., Фатаре, И.Я., Цепурите, Б.П., и Эглите, З.П., 1982. *Структура флоры. Флора и растительность Латвийской ССР. Юго-восточный геоботанический район*. Рига: Зинатне, с. 26–93.
- Андреевич, В. (г. ред.), 2015. *Красная книга республики Беларусь*. Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 448 с.
- Табака, Л., Гаврилова, Г., и Фатаре, И., 1988. *Флора сосудистых растений Латвийской ССР*. Рига: Зинатне, 195 с.

## NEW LOCALITIES OF RARE, PROTECTED PLANT SPECIES IN AUGŠZEME PROTECTED LANDSCAPE AREA

Gunta Evarte-Bundere, Pēteris Evarts-Bunders, and Uvis Suško

### Summary

Augšzeme Protected Landscape Area is located in the southeastern part of Latvia and covers more than 20 000 hectares. The most characteristic nature assets there are the hilly relief, large number of lakes (52 lakes), the diversity of habitats – forests, quaking bogs, grasslands, and numerous protected vascular plant species.

During our study, 54 rare, protected plant species were found, including 12 species which are known only from literature (recorded earlier, but repeatedly not during our field investigations). Several rare, protected species with limited distribution in Latvia were found, for which the density of recorded localities has changed significantly in the Augšzeme Protected Landscape Area – from few to the several dozens of new localities. During our study, abundant populations of several species with prevalence in Western Latvia (*Alliaria petiolata*, *Saxifraga tridactylites*, *Serratula tinctoria*, *Trifolium dubium*) were recorded. The chorological analysis of rare, protected plant species in the area revealed that the flora is largely composed of species characteristic in Central and Western Latvia or present throughout Latvia rather than species typical in Eastern Latvia. The proportion of chorological groups of oceanicity-continentality and sectoriality is more compliant with the floristic composition in Latvia in general than for local floras of Eastern Latvia and Sēlija region.

Key words: flora, Eastern Latvia, distribution of species, local flora, phytogeographical analysis.

# AUGTENES HIPEREITROFIKĀCIJA JŪRAS KRAUKĻU *PHALACROCORAX CARBO* KOLONIJU DZĪVOTNĒS KAŅIERA EZERA ĀBEĻU UN EGĻU SALĀS

Māris Laiviņš<sup>1</sup> un Gunta Čekstere<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", E-pasts: maris.laivins@silava.lv

<sup>2</sup> Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, E-pasts: gunta.cekstere@lu.lv

Kopš 2005. gada jūras kraukļu kolonizētās Kaņiera ezera Ābeļu un Egļu salu mežaudzes nepārtrauktas ķīmisko elementu ieneses rezultātā 12 gados ir pilnībā pārmainījušās. Tās ir zaudējušas mežaudzēm raksturīgo telpisko kontinuitāti un stāvojumu, kā arī pilnībā nomainīties augu sugu sastāvs. Platlapju mežaudzes ir degradējušās, to vietā veidojas augu augšanai nepiemēroti neauglīgi klājumi, kuru augsne ir pārsātināta ar fosforu, slāpekli, sēru, cinku u. c. elementiem. Vietās, kur nenotiek tik intensīva jūras kraukļu ekskrementu ienese un akumulēšanās augsnes virskārtā, ir izveidojušās pēc platības nelielas nitrofilas augu sugas – lielās nātres *Urtica dioica* – saaudzes, bet krūmu stāvā pamazām ieviešas melnais plūškoks *Sambucus nigra*.

Raksturvārdi: eitrofikācija, fosfors, slāpeklis, sērs, cinks, ezeru salas, platlapju mežaudzes, Latvija.

## IEVADS

Pēdējos gadu desmitos hemiboreālajā starpzonā notiek apjomīga ķīmisko elementu akumulācija un intensīva augāja transformācija vienkopus ligzdojošo putnu kolonijās gan meža, gan zālāju biotopos. 20. gs. Latvijā ezeru salās un ūdenstilpju krastos pēc indivīdu skaita samērā nelielas kolonijas veidoja pelēkie gārņi *Ardea cinerea*, bet 20. un 21. gs. mijā notikusi un pašlaik turpinās aizvien straujāka jūras kraukļu *Phalacrocorax carbo* invāzija, palielinās jūras kraukļu koloniju skaits, pieaug šo putnu radītie traucējumu apmēri. Zem putnu ligzdām un to tuvākajā apkārtnē kokaugi tiek mehāniski bojāti, nokalst koki, krūmi, lakstaugi un sūnas, krasi pārmainās sugu sastāvs.

Jūras kraukļu invāzija un izplatīšanās pēdējos gadu desmitos novērota daudzviet pasaulē, jo sevišķi nemorālās un boreālas zonas ekotonā (Samusenko, 2003; Mizota *et al.*, 2012; Kolb *et al.*, 2015). Ziemeļeiropā 20. un 21. gs. mijā jūras kraukļu kolonijas intensīvi sāka veidoties Baltijas jūras reģionā. Valstīs Baltijas jūras dienvidu piekrastē – Dānijā, Vācijā un Zviedrijā – ligzdu skaits šajā laikā bija dubultojies, sasniedzot vairāk nekā 105 000 ligzdu (Bregenballe *et al.*, 2003). Somijā pirmoreiz jūras kraukļu ligzdas konstatētas 1996. gadā (Rusanen *et al.*, 2003), bet Somu liča austrumu salās Leņingradas (tagad – Sanktpēterburgas) apgabalā pirmās ligzdas atrastas jau 1988. gadā (Gaginskaya, 1995). Arī Latvijā jūras kraukļi ir sākuši ligzdot 20. gs. 80. gados Lubāna un Ežezera salās (Strazds, 1987; Strazds & Celmiņš, 1987; Laiviņš & Čekstere, 2008).

Latvijā pētījumi par ķīmisko elementu uzkrāšanās apjomu augsnē un augāja stāvokli putnu, arī jūras kraukļu, kolonijās ir veikti vairāk nekā pirms desmit gadiem Pildas un Ežezera salās Latgalē (Laiviņš & Čekstere, 2008). Dažus gadus vēlāk līdzīga rakstura pētījumi veikti arī Kaņiera ezera salās (Bajinskis, 2011, Bajinskis *et al.*, 2011), bet Lietuvā – Kuršu kāpās Juodkrantē – lielākajā jūras kraukļu kolonijā Austrumbaltijā (Laiviņš *et al.*, 2017).

Pētījumos konstatēts, ka augsnes virskārtā zem putnu ligzdām fosfora, kālija, cinka, slāpekļa un citu elementu koncentrācija var pat desmitiem reizu pārsniegt šo elementu daudzumu augsnes virskārtā līdzīgās augtenēs bez putnu kolonijām (Hobara *et al.*, 2001, 2005; Ligeza & Smal, 2003; Kolb *et al.*, 2012; Kolb *et al.*, 2013; Kolb *et al.*, 2015). Ķīmisko elementu pastiprināta akumulācija un augsnes paskābināšanās būtiski ietekmē augu valsti, izmaina augsnes veidošanās procesus un augu minerālās barošanās režīmu, elementu apriti starp augiem un augsni kā zem ligzdām, tā koloniju tuvākajā apkārtnē. Ar putnu ekskrementiem augsnē tiek ienests ievērojams biogēno elementu daudzums, kas veicina nitrofilo sugu (jūrmalas suņkumelīte *Tripleurospermum maritimum*, Hukera suņkumelīte *T. hookeri*, Japānas dižsūrene *Reynoutria japonica* u. c.) izplatīšanos (Ishida, 1996; Глазкова & Глазков, 2007).

Jūras kraukļi Kaņiera ezera Ābeļu un Egļu salā sāka ligzdot 2005. gadā, abās salās vienlaicīgi (Strazds & Ķuze, 2006). Lai novērtētu augsnes un augāja pārmaiņu apmēru jūras kraukļa kolonijās Kaņiera ezera salās un novērtētu salu ekosistēmas attīstības tendences, 2010. gadā šajās salās veikti ģeobotāniski pētījumi, kas atkārtoti 2017. gadā, nosakot ķīmisko elementu koncentrāciju augsnes virskārtā (līdz 20 cm dziļumam), kā arī aprakstot izplatītāko augu sabiedrību sugu sastāvu.

## MATERIĀLS UN METODES

### *Pētījumu vietas un laiks*

Ģeobotāniskie pētījumi 2010. un 2017. gadā ir veikti Kaņiera ezerā jūras kraukļu kolonizēto Ābeļu (platība 0,4 ha, LKS-92 koordinātes X 6315949, Y 466765) un Egļu (1,4 ha, LKS-92 X 6315561, Y 466583) salu mežaudzēs. Lai novērtētu augsnes un augāja traucējumu apjomu minētajās salās, pētījumi veikti arī Kaņiera ezera Riekstu salā (4,8 ha, LKS-92 X 6317719, Y 467879), kas izvēlēta kā fona jeb kontroles teritorija.

Kaņiera ezera salām raksturīgs hipsometriskais joslojums. Salu centrālā vidusdaļa ir augstāka, tā atrodas 0,5–2,0 m virs ezera vidējā ūdens līmeņa, salu paceltajai daļai ir raksturīgas platlapju mežu sabiedrības, kas Ābeļu un Egļu salās pēc jūras kraukļu invāzijas ir degradētas. Salu zemāko daļu (līdz 0,5 m) aizņem mitri un pārmitri melnalkšņa staignāji un kārklu krūmāji, bet salas apņem līdz 10 m plata niedru josla. Ģeobotāniskie pētījumi veikti tikai salu platlapju mežos.

### *Augsnes pētījumi*

Ņemot vērā vides mozaīkveida struktūru Ābeļu un Egļu salās, augsnes paraugi no augsnes virskārtas ievākti divos atšķirīgos zemes apauguma veidos: laukumos ar atkailinātu augsnes virsu bez veģetācijas un no augstzaļu saaudzēm. Katrā pētījuma vietā paraugi noņemti divos dziļumos: no 0–10 cm un no 11–20 cm trīs atkārtojumos, kas tālāk analizēti laboratorijā. Riekstu salā augsnes paraugi no augsnes virskārtas 0–10 cm un 11–20 cm



dziļumā trīs atkārtojumos iegūti salas ziemeļu daļā jauktā parastās liepas *Tilia cordata*, parastā oša *Fraxinus excelsior* un āra bērza *Betula pendula* mežaudzē.

Augsnes paraugu ķīmiskās analīzes veiktas Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Augu minerālās barošanās laboratorijā. Augsnes paraugi žāvēti divas dienas +35°C temperatūrā, pēc tam izsijāti caur 2 mm sietu.

Augsnes izvilks N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn un Cu noteikšanai iegūts, augsni ekstrahējot ar 1 M HCl šķīdumu. Augsnes un 1 M HCl tilpumattiecība bija 1:5. P un S noteikšanai augsnes izvilks oksidēts, izmantojot HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> un HClO<sub>4</sub>, iegūtie sāļi izšķīdināti HCl un destilētā ūdenī (Ринькис и др., 1987). Augsnes reakcijas (pH) noteikšanai izmantots 1 M KCl augsnes izvilks. Augsnes un 1 M KCl tilpumattiecība bija 1:2,5. Augsnes elektrovadītspējas noteikšanai iegūts destilēta ūdens izvilks; augsnes un destilēta ūdens tilpumattiecība bija 1:5.

Ca, Mg, Fe, Cu, Zn un Mn koncentrācija augsnes paraugos noteikta, izmantojot atomabsorbcijas spektrofotometru *Perkin Elmer AAnalyst 700* acetilēna-gaisa liesmā. K analizēts ar liesmas fotometru *JENWAY PFPJ*. N un P analizēts kolorimetriski, S – turbidimetriski, izmantojot spektrofotometru *JENWAY 6300*, bet N augsnes izvilks – ar Neslera reaģentu sārmainā vidē. P analizēts ar amonija molibdātu skābā reducētā vidē; S – ar BaCl<sub>2</sub>. Iegūtajiem barības elementu rezultātiem veikti pārrēķini no mg l<sup>-1</sup> uz mg kg<sup>-1</sup>, izmantojot parauga tilpummasas koeficientu. Augsnes elektrovadītspēja noteikta, izmantojot konduktometru *Hanna EC 215*, augsnes reakcija – izmantojot pH-metru *Sartorius PB-20* (Ринькис и др., 1987). Katra parauga analīzes veiktas trīs atkārtojumos.

#### *Augāja sugu sastāva inventarizācija un koku vitalitātes vērtējums*

Augu sega vienmērīgi nenosdz Ābeļu un Egļu salas, bet veido rakstainu jeb mozaīkveida virsas apaugumu. Salās mijas dažādas platības lakstaugu grupējumi ar veģetāciju neapaugušām platībām. Tāpēc katrā salā pēc acumēra procentos ir novērtēta platība bez augāja, kā arī atsevišķu augu sugu grupējumu aizņemtā platība.

Pašlaik salās augu sugu grupējumus veido dažāda augstuma lakstaugi ar vienu, pēc indivīdu skaita izteikti dominējošo sugu, pārējo sugu piejaukums ir niecīgs. Pēc mežaudzes destruktijas koku un krūmu stāvā vēl ir saglabājušies atsevišķi koki (indivīdi), bet sūnu stāvs ir pilnībā izzudis. Dabā fizionomiski labi identificējamajos augu grupējumos, ņemot vērā mežaudzes stāvokli, 2010. gadā 80–600 m<sup>2</sup>, bet 2017. gadā 100 m<sup>2</sup> lielos laukumos uzskaitīts sugu sastāvs, pēc acumēra novērtēts katras sugas projektīvais segums procentos.

Riekstu salā sugu sastāvs uzskaitīts 400 m<sup>2</sup> lielos laukumos, pēc acumēra procentos novērtēts koku (E<sub>3</sub>) un krūmu (E<sub>2</sub>) stāva slēgums, lakstaugu (E<sub>1</sub>) un sūnu (E<sub>0</sub>) stāva projektīvais segums. Pēc acumēra procentos novērtēts mežaudzes stāvos uzskaitīto sugu projektīvais segums.

Pēc platības nelielajās jūras kraukļu kolonizētajās Ābeļu, Egļu un Riekstu salās kā 2010. gadā, tā 2017. gadā ir novērtēts valdošo koku sugu veselības stāvokļa rādītājs – vainaga defoliācija (lapu/skuju zudums vainagā). Vainaga defoliācija pēc acumēra novērtēta procentos.

### *Eitrofikācijas pakāpes novērtējums*

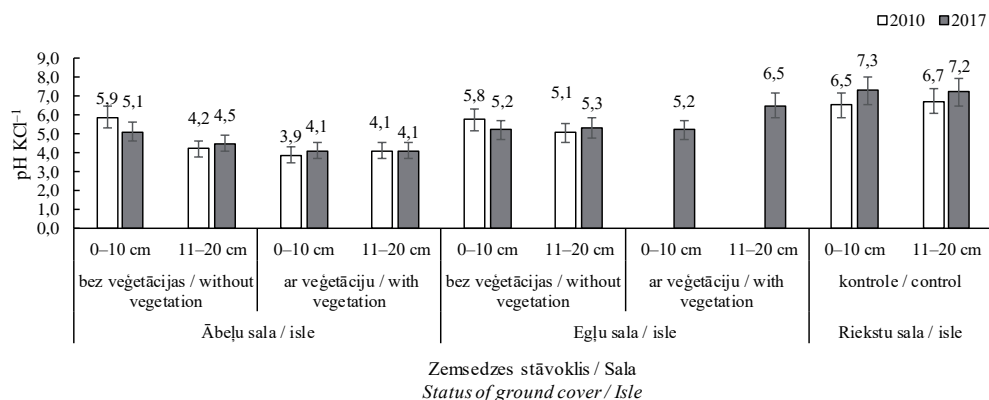
Augtenes eitrofikācijas raksturošanai salīdzināta ķīmisko elementu koncentrācija augsnes augšējā slānī (0–10 cm) kontroles audzē Riekstu salā un putnu kolonizētajās Ābeļu un Egļu salās. Kokaugu minerālās barošanās apstākļu novērtēšanai Kaņiera ezera salās izmantotas V. Nollendorfa platlapu koku sugām – liepām *Tilia* spp. un parastajai zirgkastaņai *Aesculus hippocastanum* sastādītās piecpakāpju barības elementu nodrošinājuma skalas augsnē: nepietiekams, zems, optimāls, augsts un pārbagāts (Nollendorfs, 2004). Šai skalai pielīdzināts arī oša nodrošinājums ar dažādu barības elementu daudzumu augsnē, kas iegūts, pamatojoties uz pētījumiem par parastā oša paaugas minerālās barošanās apstākļiem dažādos meža tipos Latvijā (Čekstere *et al.*, 2015). Lai salīdzinātu ķīmisko elementu piesātinājuma pakāpi ezera salās ar V. Nollendorfa izstrādāto barības elementu nodrošinājuma skalu osim un liepai, ķīmisko elementu svara koncentrācijas ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), ņemot vērā augsnes tilpumsvaru, pārrēķinātas tilpuma vienībās ( $\text{mg l}^{-1}$ ).

## REZULTĀTI UN DISKUSIJA

### *Ķīmisko elementu dinamika un piesātinājums augsnes virskārtā*

Augsnes apmaiņas skābuma, augsnes elektrovadītspējas un ķīmisko elementu saturs augsnes virskārtā ezera salās noteikts 2010. un 2017. gadā, analīžu rezultāti atspoguļoti 1.–13. attēlā. Jūras kraukļu kolonijās augsnes virskārtas ķīmiskais sastāvs ievērojami variēja gan telpiski, gan arī dažādos augsnes virskārtas dziļumos. Augsnes virskārtas ķīmiskā sastāva mainība akcentēta arī citos pētījumos par jūras kraukļu koloniju vides īpatnībām (Hobara *et al.*, 2005; Kolb *et al.*, 2015). Neskatoties uz šo datu lielo izkliedi, Kaņiera ezera salās atklājās vairākas augsnes ķīmiskā sastāva mainības tendences.

Kopumā augsnes virskārta zem putnu ligzdām bija skābāka, salīdzinot ar putnu neietekmētu fona audzi Riekstu salā (1. att.). Šāda augsnes paskābināšanās ligzdošanas vietās konstatēta pētījumos daudzviet pasaulē un ir saistīta ar organisko skābju un urīnskābes klātbūtni putnu ekskrementos, kā arī ar slāpekļa un sēra savienojumu intensīvu uzkrāšanos augsnes virskārtā (Lindeboom, 1984; Ligeza & Smal, 2003; Hobara *et al.*, 2005; Kolb *et al.*, 2015).



1. attēls. Augsnes reakcijas (pHKCl) dinamika augsnes virskārtā.  
 Figure 1. Dynamics of soil reaction (pHKCl) in topsoil.

Ķīmisko elementu saturs augsnes virskārtā bija atšķirīgs augsnē bez augāja un augsnē ar lakstaugiem. Kā varēja sagaidīt, kopumā augstāks ķīmisko elementu saturs bija augsnē bez augu segas, zemāks – augsnē, kur bija izveidojušās lakstaugu saaudzes. Visskaidrāk ķīmisko elementu koncentrācijas atšķirības platībās bez augāja un ar augāju izpaužas 0–10 cm augu sakņu aizņemtajā slānī, mazāk izteikti – 11–20 cm augsnes slānī.

Abos novērojumu gados un abos augsnes virskārtas slāņos augsnē bez augāja kopumā bija lielāks slāpekļa, fosfora, kalcija, kālija, nātrija, sēra, cinka, ar atsevišķiem izņēmumiem – arī magnija un vara saturs (2.–12. att.), salīdzinot ar augsni, kurā aug lakstaugi. Zīmīgi, ka, ja 2010. gadā augsnē bez augāja vairumam minēto ķīmisko elementu koncentrācija bija 1–3 reizes lielāka nekā aizaugušās platībās, tad pēc septiņiem gadiem – 2017. gadā, atšķirības augsnes ķīmisko elementu koncentrācijā starp salu virsas apaugumu veidiem bija ievērojami pieaugušas. Piemēram, kālija, kalcija, cinka un nātrija saturs augsnes virskārtā bez augāja caurmērā bija 5–10 reizes augstāks, nekā augstzāļu saaudzēs.

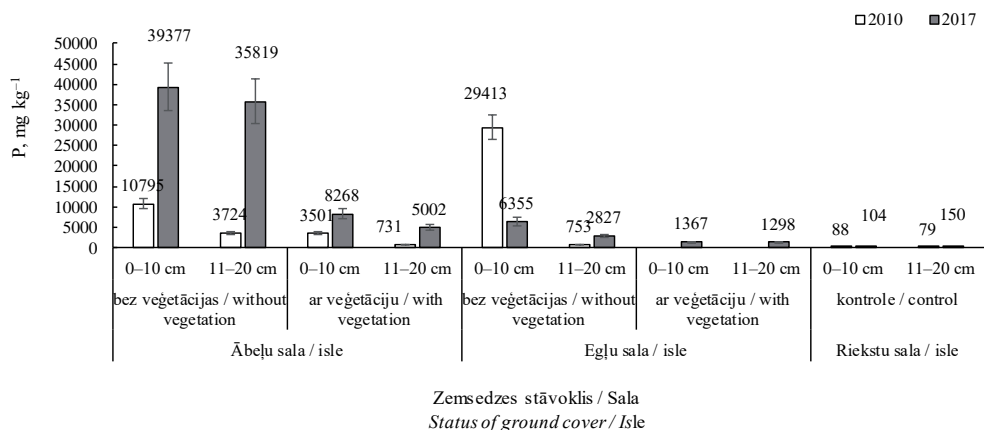
Sevišķi liela koncentrācija augsnes virskārtā (0–10 cm) bez veģetācijas bija cinkam. Ābeļu salā cinka saturs bija 10,4 reizes, Egļu salā 28,1 reizi augstāks, salīdzinot ar aizaugušu augsni.

Ābeļu salā 2010. gadā sēra daudzums augsnē bez augāja bija 8,1 reizes, 2017. gadā – 14,3 reizes, bet Egļu salā 2017. gadā – 19,8 reizes lielāks, nekā ar nātrēm aizzēlušā augsnē.

Fosfora saturs 0–10 cm slānī bez augāja Ābeļu salā 2017. gadā bija 4,7 reizes lielāks, salīdzinot ar aizzēlušu augsni (Egļu salā attiecīgi 4,6 reizes). Savukārt fosfora koncentrācija Ābeļu salā 11–20 cm slānī bez augāja pat 7,1 reizi pārsniedza fosfora saturu augsnē ar augāju.

Fosfora saturs 2017. gadā Ābeļu salā augsnes virskārtā (0–10 cm slānī) bez augāja bija 378,9 reizes, bet vietās ar lakstaugu veģetāciju – 79,5 reizes (Egļu salā attiecīgi 61,2 un 13,1 reizes) lielāks, nekā fosfora saturs tādā pašā dziļumā augsnē platlapju kontroles audzē Riekstu salā (2. att.). Kopumā fosfora saturs Ābeļu salā augsnē bez augāja bija 93,5 reizes, bet lielās nātres saaudzēs – 12,0 reizes lielāks, nekā optimālais parastā oša un parastās

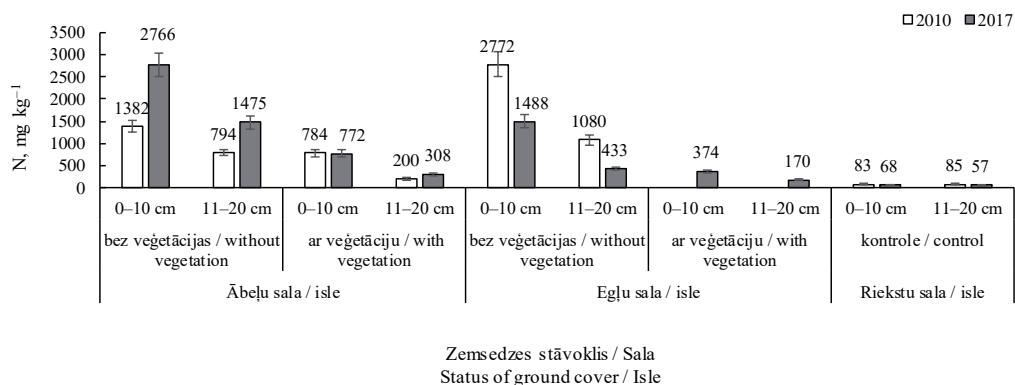
liepas augšanai ( $150\text{--}300\text{ mg l}^{-1}$ ). Fona audzē Riekstu salā fosfora saturs augsnē atbilda zemākajai vēlamajai robežai iepriekš minētajiem lapu kokiem.



2. attēls. Fosfora (P) saturs augsnes virskārtā.

Figure 2. Dynamics of phosphorus (P) content in topsoil.

Slāpekļa saturs Åbeļu salā augsnē bez augāja bija 40,5, bet aizzēlušā augsnē – 11,3 reizes (Egļu salā – attiecīgi 21,8 un 5,5 reizes) lielāks, salīdzinot ar fona audzi (3. att.). Tas Åbeļu salā vietās bez augāja pārsniedza vidējo optimālo slāpekļa daudzumu ( $90\text{--}150\text{ mg l}^{-1}$ ), kāds vēlams parastās liepas un parastā oša augšanai (11,8 reizes), bet aizzēlušās vietās – 2,0 reizes. Riekstu salas augsnes virskārtā slāpekļa saturs atbilst lapu koku prasībām. Jau izkāpjot no laivas Åbeļu un Egļu salā, ir sajūta kā, ieejot “vistu kūti”. Uzturoties salā, visu laiku ir jūtama spēcīga amonjaka smaka. Jūras kraukļu ligzdošanas laikā gaisā tiek emitēts liels slāpekļa un citu videi kaitīgo gaistošo savienojumu apjoms.

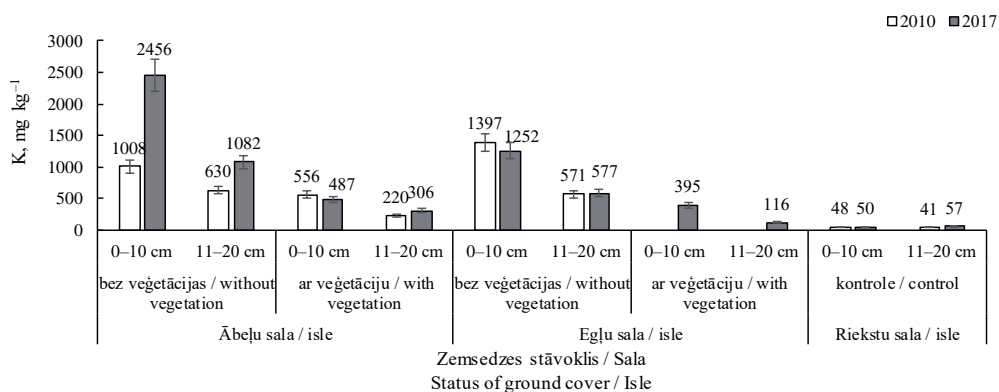


3. attēls. Slāpekļa (N) saturs augsnes virskārtā.

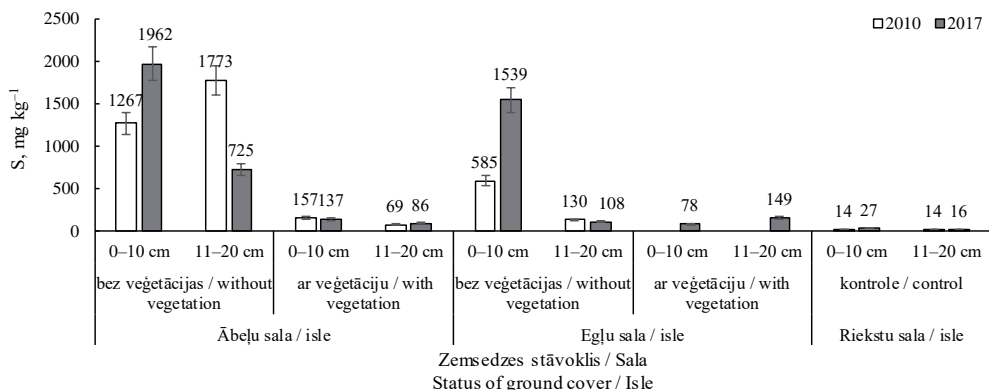
Figure 3. Dynamics of nitrogen (N) content in topsoil.

Kālija saturs Ābeļu salā atkailinātā augsnē bija 49,5, bet aizzēlušā – 9,8 reizes (Egļu salā – attiecīgi 25,2 un 7,9 reizes) lielāks, salīdzinot ar fona audzi (4. att.). Bet, salīdzinot ar kokaugu augšanai optimālo (200–250 mg l<sup>-1</sup>) kālija saturu augsnē, Ābeļu salas augsnē bez augāja kālija bija 5,8 reizes vairāk, bet ar nātrēm aizaugušā augsnē kālija saturs bija kokaugu augšanai optimālās robežās. Savukārt kontroles audzē Riekstu salā kālija saturs augsnē platlapu koku prasībām bija nepietiekams.

Sēra saturs Ābeļu salā atkailinātā augsnē bija 73,4, bet aizzēlušā – 5,1 reizi (Egļu salā attiecīgi 57,6 un 2,9 reizes) lielāks, salīdzinot ar fona audzi (5. att.). Augsnē bez augāja sēra koncentrācija 26,2 reizes pārsniedza parastajam osim un parastajai liepai optimālo (30–50 mg l<sup>-1</sup>), bet Ābeļu salas aizzēlušā augsnē, līdzīgi kā kālijam, tā bija optimāla. Fona audzē Riekstu salā sēra saturs bija nepietiekams.



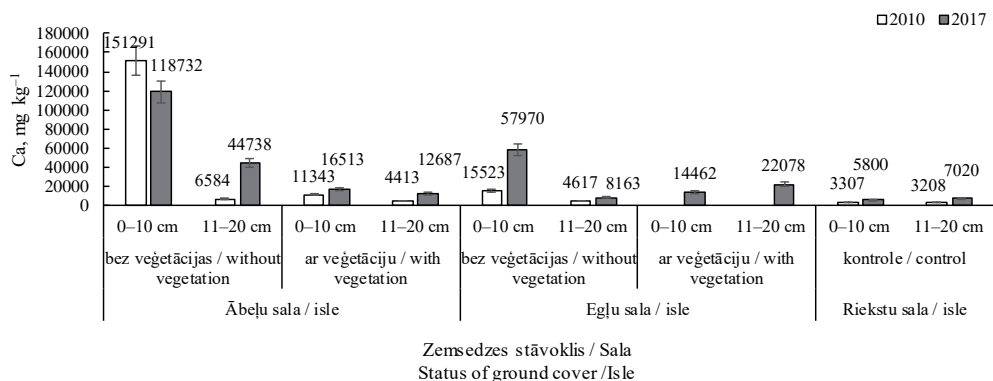
4. attēls. Kālija (K) satura dinamika augsnes virskārtā.  
Figure 4. Dynamics of potassium (K) content in topsoil.



5. attēls. Sēra (S) satura dinamika augsnes virskārtā.  
Figure 5. Dynamics of sulphur (S) content in topsoil.

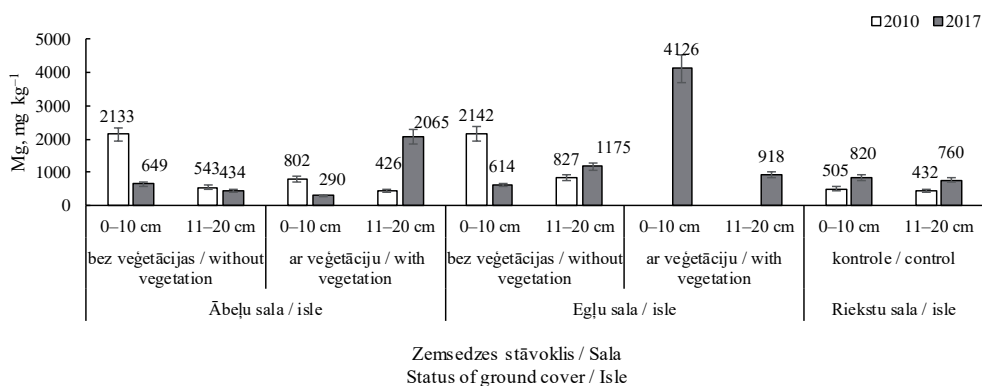
Kalcija saturs Ābeļu salā augsnē bez augāja bija 20.5, bet aizzēlušā – 2.8 reizes (Egļu salā, attiecīgi, 16,8 un 2.5 reizes) lielāks, salīdzinot ar fona audzi (6. att.). Ābeļu salā tikai augsnē bez augāja kalcija saturs pārsniedza (18,1 reizes) optimālo (3000–4000 mg l<sup>-1</sup>).

Magnija saturs Ābeļu salā augsnē bez augāja un ar nātrēm aizzēlušā augsnē bija mazāks, salīdzinot ar fona augsni (7. att.). Abos virsas apauguma veidos parastajam osim un parastajai liepai izmantojamā magnija apjoms ir raksturojams kā zems. Raksturīgs arī ļoti plašs Ca:Mg attiecību diapazons, īpaši augsnē bez veģetācijas (Ca:Mg = >100:1), kas būtiski var samazināt magnija uzņemšanu augos. Paskābinoties augsnei, magniņš ieskalojas augsnes dziļākajos slāņos.



6. attēls. Kalcija (Ca) satura dinamika augsnes virskārtā.

Figure 6. Dynamics of calcium (Ca) content in topsoil.



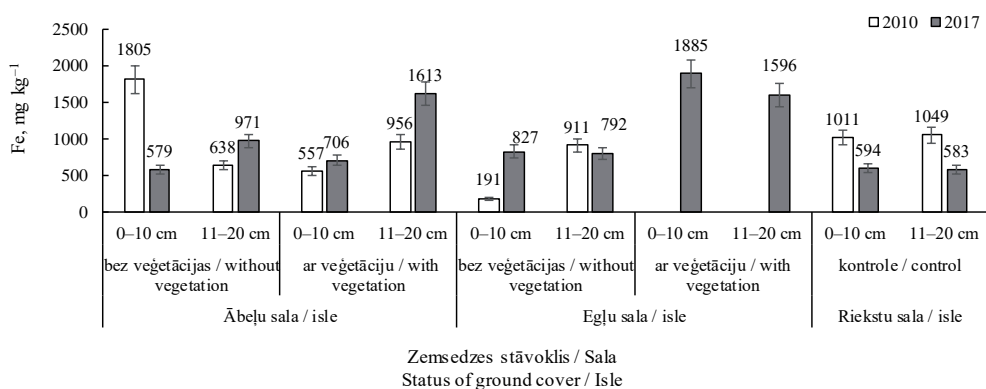
7. attēls. Magnija (Mg) satura dinamika augsnes virskārtā.

Figure 7. Dynamics of magnesium (Mg) content in topsoil.

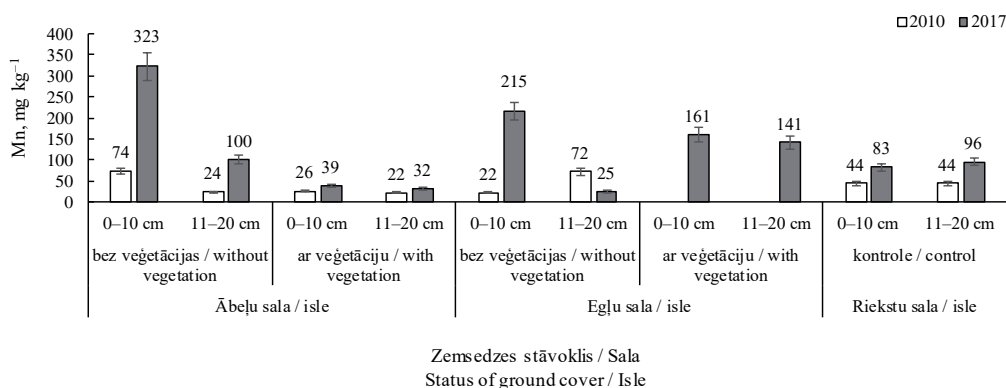
Dzelzs saturs putnu ietekmētajās augtenēs Ābeļu un Egļu salās abos apauguma veidos, salīdzinot ar fona audzi Riekstu salā, ir lielāks. Bet kopumā kā putnu ietekmētajās, tā arī dabiskajās augtenēs ezera salās, platlapu koku sugu nodrošinājums ar dzelzi ir

nepietiekams, piemēram, Ābeļu salā 1–10 cm augsnes slānī bez augāja augiem pieejamais dzelzs daudzums ir tikai 310 mg l<sup>-1</sup>, optimālais – 800–1600 mg l<sup>-1</sup>.

*Mangāna* saturs Ābeļu salā augsnē bez augāja un ar nātrēm aizzēlušā augsnē, salīdzinot ar fona audzi, bija krasi atšķirīgs. Bez augāja mangāna saturs bija 3,9 reizes lielāks, bet aizzēlušā augsnē – mazāks (attiecīgi, 46,6 % no fona audzes). Savukārt Egļu salā mangāna saturs kā ar veģetāciju apklātā augsnē, tā arī augsnē bez augāja ir lielāks (9. att.). Ābeļu salā mangāna saturs augsnē bez augāja (172,4 mg l<sup>-1</sup>) lapu kociem ir pārbagāts (optimāls – 40–80 mg l<sup>-1</sup>), savukārt nātru saaudzes augsnēs – zems. Fona audzē Riekstu salā mangāna saturs ir augsts – 87,8 mg l<sup>-1</sup>. Mangāns, tāpat kā dzelzs, skābā vidē ir reducētā formā, tāpēc kļūst kustīgs. Rezultātā notiek mangāna ieskalšanās dziļākos augsnes slāņos, kā arī tas intensīvāk un lielākā daudzumā akumulējas augos.



8. attēls. Dzelzs (Fe) satura dinamika augsnes virskārtā.  
Figure 12. Dynamics of iron (Fe) content in topsoil.

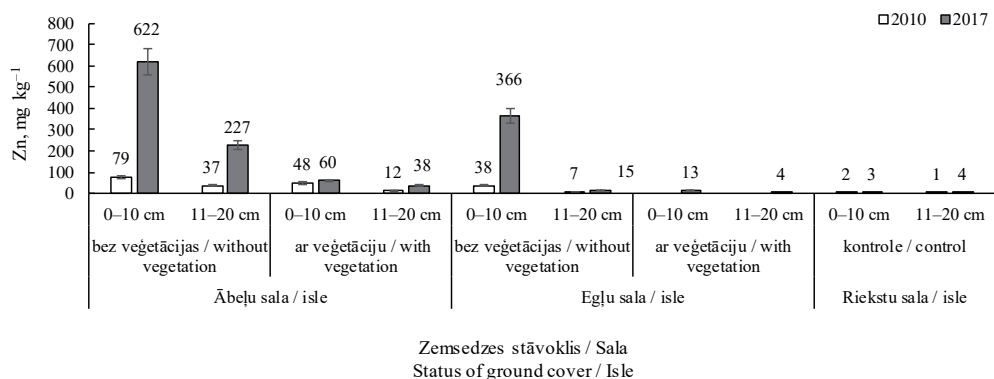


9. attēls. Mangāna (Mn) satura dinamika augsnes virskārtā.  
Figure 9. Dynamics of manganese (Mn) content in topsoil.

*Cinkam*, tāpat kā vairākiem citiem ķīmiskajiem elementiem, raksturīga augsta koncentrācija ar jūras kraukļu ekskrementiem piesārņotā vidē. Ābeļu salā bez augāja cinka koncentrācija 188,4 reizes, bet aizzēlušā augsnē 18,0 reizes pārsniedza fona līmeni (10. att.). Tāpēc arī augsnē bez augāja cinka saturs augiem raksturojams kā ekstrēmi pārbagāts – 332,6 mg l<sup>-1</sup> (optimālais cinka saturs ir 20–40 mg l<sup>-1</sup>), bet aizzēlušā augsnē cinka saturs atbilda optimālajam līmenim. Savukārt fona audzē tas raksturojams kā nepietiekams.

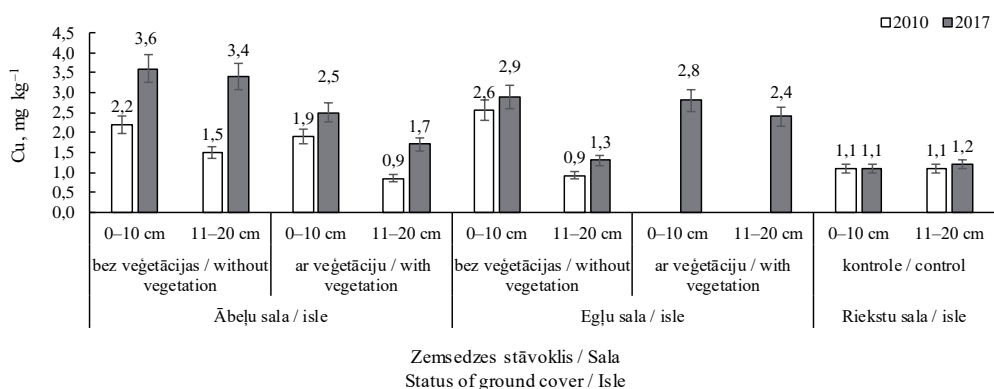
*Vara* saturs Ābeļu salā augsnē bez augāja un ar nātrēm aizzēlušā augsnē bija lielāks nekā fona audzē (attiecīgi, 3,3 un 2,3 reizes) (11. att.). Tomēr augiem pieejamā un izmantojamā vara saturs kā Ābeļu un Egļu, tā arī Riekstu salas augsnēs raksturojams kā nepietiekams.

Jūras kraukļu koloniju apdzīvoto platību augsnēs konstatēts augsts nātrija saturs. Ābeļu salā bez augāja nātrija koncentrācija bija 52,8 reizes, bet aizzēlušā augsnē – 6,3 reizes lielāka nekā fona audzē (12. att.).



10. attēls. Cinka (Zn) satura dinamika augsnes virskārtā.

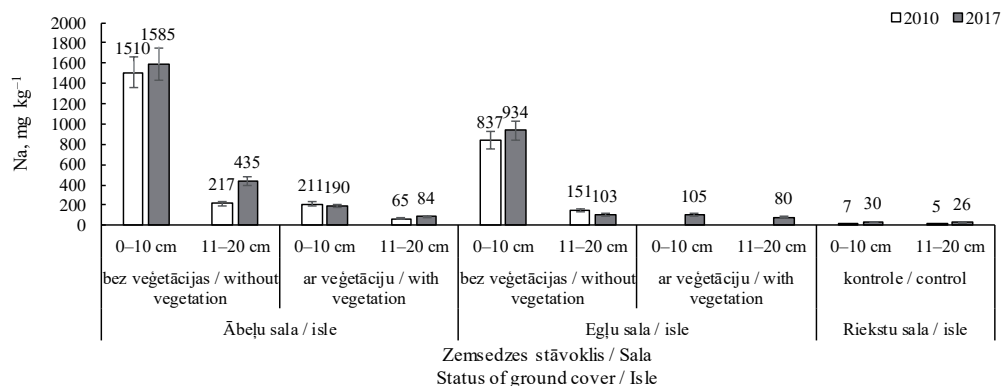
Figure 10. Dynamics of zinc (Zn) content in topsoil.



11. attēls. Vara (Cu) satura dinamika augsnes virskārtā.

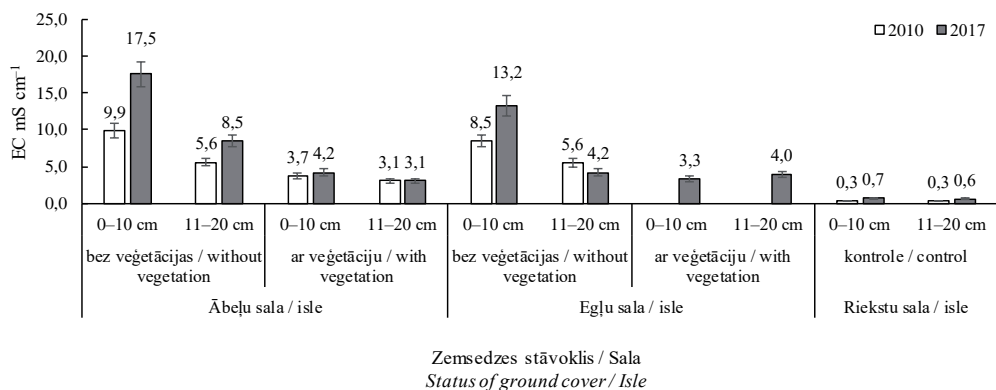
Figure 11. Dynamics of copper (Cu) content in topsoil.





12. attēls. Nātrija (Na) saturs augsnē virskārtā.  
 Figure 12. Dynamics of sodium (Na) content in topsoil.

Ķīmisko elementu uzkrāšanās tendences Ābeļu un Egļu salu augsnē ilustrē arī augsta augsnē elektrovadītspēja, kas vislielākā ir augsnē virskārtā bez augāja (13. att.).



13. attēls. Elektrovadītspējas (mS cm<sup>-1</sup>) dinamika augsnē virskārtā.  
 Figure 13. Dynamics of soil electrical conductivity (mS cm<sup>-1</sup>) in topsoil.

Paskābinoties videi, palielinās dzelzs, mangāna un magnija savienojumu mobilitāte un šo elementu iznese no augsnē virskārtas un akumulēšanās augsnē dziļākos slāņos. Savukārt fosfors, augtenei paskābinoties, veido nešķīstošus, augiem grūti uzņemamus savienojumus ar dzelzi, alumīniju un organiskajām vielām, kas veicina šī elementa uzkrāšanos augsnē. Tādējādi augsta fosfora koncentrācija augsnē var saglabāties pat gadu desmitiem ilgi pēc kolonijas iziršanas.

### Platlapju mežaudžu destrukcija

Augu grupējumu sugu sastāvs apkopots 1. tabulā. 2010. gada augāja sugu sastāva pētījumi parāda, ka pirms jūras kraukļu invāzijas ezera salās, augstāk paceltajā Ābeļu salas vidusdaļā, mežaudzē koku stāvā valdošais ir bijis parastais osis, ar nelielu melnalkšņa *Alnus glutinosa* piejaukumu un dažiem baltalkšņa *Alnus incana* un bērza *Betula* ssp. indivīdiem. Savukārt Egļu salas vidusdaļā kokaude ir bijusi sugām bagātāka, te līdzās osim un melnalkšnim bija sastopama parastā liepa, parastais ozols *Quercus robur*, parastā apse *Populus tremula*, kā arī daži parastās egles *Picea abies* indivīdi.

2010. gadā Ābeļu salā bija saglabājušies tikai daži dzīvi oši un bērzi ar ļoti stipri bojātiem vainagiem (vainaga defoliācija > 90 %). Egļu salā 2010. gadā visas egles un bērzi bija pilnīgi nokaltuši, bet vēl dzīvo ozolu, apšu, ošu un melnalkšņu vainagi bija ļoti stipri bojāti, lapas bija saglabājušās tikai pie atsevišķiem zariem un lapu zudums (vainaga defoliācija), tāpat kā Ābeļu salā, pārsniedza 90 %. Visām koku sugām lielā daudzumā bija izveidojušies ūdenszari. Visizturīgākā koku suga jūras kraukļu ligzdu kolonijās ir parastā liepa. Kaņiera ezera Egļu salā liepas vainagu defoliācija 2010. gadā bija 65–75 %, kas ir par 15–20 % mazāka, nekā citu sugu vēl dzīvajiem kokiem. Līdzīgi arī pētījumos Pildas un Ežezera salās liepa, pretstatā skujkokiem un citiem lapukokiem, uzrādīja lielāko izturību pret putnu masveida ligzdošanu (Laiviņš & Čekstere, 2008).

Krūmi un jaunie koki (līdz 5 m augstumam) ir ļoti jutīgi pret putnu ekskrementiem, tāpēc krūmu stāvs 2010. gadā bija retināts, indivīdi stipri nomākti. Zīmīgi, ka retumis vēl 2017. gadā bija saglabājušies daži 2–4 m augsti oši, kuros jūras kraukļi uz viena vai dažiem vēl dzīvajiem zariem bija iekārtojuši ligzdas.

2017. gada pētījumos Ābeļu salas ziemeļu krastā konstatēts ļoti vitāls un kupls melnā plūškoka *Sambucus nigra* krūms. Melnais plūškoks ir ar slāpekli ļoti bagātu augtēņu (Ellenbergas slāpekļa skaitlis – 9) indikators. Latvijā melnā plūškoka sabiedrības ir aprakstītas Ventspilī un Liepājā pamesto un pašlaik vairs neizmantoto atkritumu izgāztuvēs, kur augsne, tāpat kā Kaņiera ezera salās, ir bagāta ar slāpekli un dažādiem metālu savienojumiem (Laiviņš, 2002).

Zemsedze jūras kraukļu kolonijās ir mozaīkveida – platības bez lakstaugu segas mijas ar lakstaugu saudzēm, kurās parasti valdošā ir viena suga. 2010. gadā Ābeļu salā plankumi bez lakstaugiem aizņēma 45 % no salas kopplatības, pārējo salas virsu klāja bebrukārkliņa *Solanum dulcamara* – 35 % no salas platības – un smiltāju cieras *Calamagrostis epigeios* – 20 % no salas platības – saaudzes. Bebrukārkliņam piebiedrojušies meža avene *Rubus idaeus* un šaurlapu ugunspuķe *Chamaenerion angustifolium*, bet smiltāju ciesai – bebrukārkliņš (1. tabula).

Pēc septiņiem gadiem (2017. gadā) Ābeļu salu pilnībā bija pārņēmušas lielās nātres *Urtica dioica* audzes – aptuveni 93 % no salas kopplatības. Izklaidus, dažu desmitu kvadrātdecimetru lielus grupējumus veido šaurlapu ugunspuķes, meža avenes, lielās krastkaņepes *Eupatorium cannabinum* un pūkainās kazrozes *Epilobium hirsutum* saaudzes. Salas dienvidrietumos gar piekrasti ir saglabājušies ar augāju neapklāta šaura josla

(5–6 % no salas kopplatības), kur bez jūras kraukļiem pulcējas arī paugurknābja gulbjji *Cygnus olor*.

Egļu salā, kur jūras kraukļu ligzdu blīvums ir lielāks nekā Ābeļu salā, platības bez augāja 2017. gadā nebija samazinājušās (aptuveni 70 % no salas platības) un aizņem salas augstāk pacelto vidusdaļu un lēzenās nogāzes. Nelieli lielās nātres grupējumi bija izveidojušies pārejas zonā starp salas augstāko un zemāko daļu.

1. tabula. Augu grupējumu sugu sastāvs (%) Kaņiera ezera salās  
 Table 1. Species composition of primitive plant aggregation on the isles of Lake Kaņieris

Sala/ Isle Gads/ Year	Ābeļu sala/ isle		Egļu sala/ isle		Riekstu sala/ isle		
	2010	2017	2010	2017	2010	2017	
Apraksta laukums, m <sup>2</sup> Relevé, m <sup>2</sup>	150	80	100	600	100	400	400
Koku stāva (E <sub>3</sub> ) slēgums, % Cover of tree layer, %	15	6	.	3	.	70	80
<i>Fraxinus excelsior</i>	15	2	+*	+	+	5	1
<i>Alnus glutinosa</i>	+	4	.	.	+	.	.
<i>Alnus incana</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i>	.	.	.	+	.	20	40
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	1	.	10	10
<i>Tilia cordata</i>	.	.	.	2	.	40	30
<i>Populus tremula</i>	.	.	.	+	.	0,5	0,5
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	0,5	.
Krūmu stāva (E <sub>2</sub> ) slēgums, % Cover of shrub layer, %	1	1	1	1	1	35	30
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	+	+	.	+	2	1
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	+	+	.	.
<i>Viburnum opulus</i>	.	.	.	.	.	+	1
<i>Euonymus europea</i>	.	+	.	+	.	.	.
<i>Rhamnus cathartica</i>	+	.	.	.	+	.	.
<i>Frangula alnus</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Tilia cordata</i>	.	.	.	+	.	1	3
<i>Padus avium</i>	.	.	.	.	.	4	3
<i>Corylus avellana</i>	.	.	.	.	.	30	25
<i>Sambucus nigra</i>	.	.	+	.	.	.	.
Lakstaugu stāva (E <sub>1</sub> ) segums, % Cover of herb layer, %	99	99	100	1	100	50	60
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	.	.	.	5	5
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	<b>95</b>	.	+	.	.	.
<i>Solanum dulcamara</i>	<b>100</b>	5	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	<b>90</b>	.	<b>85</b>	.	.
<i>Chamerion angustifolium</i>	+	.	<b>20</b>	.	<b>15</b>	.	.
<i>Epilobium hirsutum</i>	+	+	+	.	1	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	+	+	.	1	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	+	+	.	+	.	.

Sala/ Isle Gads/ Year	Ābeļu sala/ isle		Egļu sala/ isle		Riekstu sala/ isle	
	2010	2017	2010	2017	2010	2017
<i>Lycopus europaeus</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Agrostis tenuis</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Hepatica nobilis</i>	.	.	.	.	15	12
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	.	.	10	12
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	.	.	.	12	8
<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	.	.	.	3	0,5
<i>Convallaria majalis</i>	.	.	.	.	6	10
<i>Melica nutans</i>	.	.	.	.	6	2

\* sugas projektīvais slēgums/segums ir mazāks par 1 % / *projective cover of species is < 1 %*.

### *Augtenes eitrofikācija un vides transformācija*

Nozīmīgs augtenes eitrofikācijas rādītājs ir augiem pieejamo barības vielu nodrošinājuma līmenis augsnē. Augsnē bez augāja optimālo barības vielu līmeni parastajam osim un parastajai liepai vairāk nekā 10 reizes pārsniedz šādi elementi: fosfors > sērs > kalcijs > slāpekļis > cinks (ķīmiskie elementi sakārtoti to daudzuma samazināšanās secībā); kālija daudzums atkailinātā augsnē vairāk nekā piecas reizes pārsniedza augiem optimālo līmeni. Savukārt ar nātrēm aizaugušā augsnē augiem pārbagāts bija tikai fosfora, slāpekļa un kalcija saturs, optimāls – kālija, sēra un cinka, bet kā zems raksturojams magnija, dzelzs, mangāna un vara nodrošinājums.

Augsnes un augtenes kopumā Ābeļu un Egļu salās jūras kraukļu kolonijās ir hipereitroficējušās. Jūras kraukļu koloniju apdzīvoto teritoriju augtenēs, salīdzinot ar fona audzi, ir desmitiem reižu lielāks fosfora, slāpekļa, kālija, sēra, cinka un nātrija saturs, kas ar jūras kraukļu ekskrementiem akumulējas Ābeļu un Egļu salas augsnes virskārtā. Tikai nedaudz lielāks par kontroles vietā novērtēto jūras kraukļu kolonizēto salu augsnēs ir vara saturs. Savukārt magnija, dzelzs un mangāna koncentrācija jūras kraukļu ietekmēto salu augsnē ir līdzīga vai mazāka, salīdzinot ar fona audzi.

Pašlaik jūras kraukļu kolonijās ir ar fosforu visvairāk piesātinātās sauszemes augtenes Latvijā. Fosfora koncentrācija augsnes virskārtā jūras kraukļu kolonijās Ābeļu un Egļu salās ir ievērojami lielāka, salīdzinot, piemēram, ar ietekmētām, pārveidotām un piesārņotām pilsētvides augtenēm. Fosfora saturs putnu koloniju augsnēs 49,1 reizes pārsniedz fosfora saturu Rīgas pilsētas neofītajās ošlapu kļavas *Acer negundo* un 22,2 reizes – baltās robīnijas *Robinia pseudoacacia* augu sabiedrību augsnēs, kā arī 37,7 reizes Holandes liepas *Tilia x vulgaris* ielu apstādījumu augsnēs (Čekstere & Osvalde, 2013; Laiviņš & Čekstere, 2015). Fosfora savienojumi, paskābinoties videi, kļūst mazkustīgi, tāpēc jūras kraukļu kolonizētajā vidē veidojas savdabīgas fosfora bioģeokīmiskās barjeras.

Pagaidām ar barības vielām piesātinātajās augtenēs Ābeļu un Egļu salās nenotiek

kokaugu (izņemot melno plūškoku) atjaunošanās. Iespējams, kokaugu augšanu pašlaik traucē ne tikai barības vielu pārsātinājums augsnes virskārtā, bet arī augstzāļu, piemēram, lielās nātres konkurence.

Acīmredzot, pašlaik augstzāļu sabiedrības veidojas vietās, kur pēdējos gados ir ievērojami samazinājies putnu ekskrementu apjoms un augu barības elementi tiek intensīvāk iesaistīti vielu biogeoķīmiskajā apritē.

Jūras kraukļu kolonizētās Ābeļu un Egļu salu mežaudzes nepārtrauktas ķīmisko elementu ieneses un regulāras koku zaru aplaušanas dēļ ligzdošanas laikā desmit gados ir pilnībā pārmainījušās. Tās ir zaudējušas mežaudzēm raksturīgo telpisko kontinuitāti un stāvokumu, pilnībā ir nomainījusies augu sugu sastāvs. Platlapju mežaudzes ir degradējušās, to vietā veidojas augu augšanai nepiemērotas augtenes, neauglīgi klājumi ar fosforu, slāpekli, sēru un cinku pārsātinātu augteni. Vietās, kur nenotiek tik intensīva jūras kraukļu ekskrementu ienese un akumulēšanās augsnes virskārtā, ir izveidojušās pēc platības nelielas nitrofilas augu sugas – lielās nātres – saaudzes, bet krūmu stāvā ir sastopami atsevišķi melnā plūškoka indivīdi.

Pašlaik, jau iztālēm tuvojoties Ābeļu un Egļu salām, pretim slejas bezzaraino sausokņu grupas, koku stumbriem ir nolobījusies miza, to gaišie stumbri nedabiski, mazliet pat spocīgi, rindojas uz debesu fona, radot Latvijā pilnīgi jaunu, neraksturīgu un līdz šim neredzētu ainavu.

## PATEICĪBA

Autori izsaka pateicību Jānim Bajinskim par dalību lauka pētījumos un laboratorijas darbos 2010. gadā.

## LITERATŪRA

- Bajinskis, J., 2011. *Jūras kraukļu (Phalacrocorax carbo) koloniju ietekme uz Kaņiera ezera salu augsni un veģētāciju*. Bakalaura darbs. Rīga, Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, 102 lpp.
- Bajinskis, J., Čekstere, G., un Laiviņš, M., 2011. Jūras kraukļu (*Phalacrocorax carbo*) koloniju ietekme uz Kaņiera ezera salu augsni. Grām: *Latvijas Universitātes 69. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 34.–35. lpp.
- Bregenballe, T., Engstrom, H., Knief, W., Van Eerden, M.R., Van Rijn, S., Lieckbusch, J., and Eskildsen, J., 2003. Development of the breeding population of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in the Netherlands, Germany, Denmark, and Sweden during the 1990s. In: Keller, T.M., and Carss, D.N. (eds.) *Cormorants: Ecology and Managements at the Start of the 21s Century. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Cormorants in Freising, Germany, December 17–21, 2000*. *Die Vogelwelt* 124: 15–26.

- Čekstere, G., and Osvalde, G., 2013. A study of chemical characteristics of soil in relation to street trees status in Riga. *Urban Forestry & Urban Greening* 12: 69–87.
- Čekstere, G., Osvalde, A., and Laiviņš, M., 2016. Mineral nutrition of young ash in Latvia. *Proceeding of the Latvian Academy of Sciences. Sec. B* 70(3): 138–149.
- Gaginskaya, A.R., 1995. The cormorant *Phalacrocorax carbo* as a breeding species of the Leningrad region. *Russian Journal of Ornithology* 4(3/4): 93–96.
- Hobara, S., Koba, K., Osono, T., Tokuchi, N., Ishida, A., and Kameda, K., 2005. Nitrogen and phosphorus enrichment and balance in forest colonized by cormorants: Implications of the influence of soil adsorption. *Plant and Soil* 268: 89–100.
- Ishida, A., 1996. Effects of the common cormorant, *Phalacrocorax carbo*, on evergreen forest in two nest sites at Lake Biwa, Japan. *Ecological Research* 11: 193–200.
- Kolb, G.S., Jerling, L., Essenberg, C., Palmborg, C., and Hambäck, P.A., 2012. The impact of nesting cormorants on plant and arthropod diversity. *Ecography* 35: 726–740.
- Kolb, G.S., Palmborg, C., and Hambäck, P.A., 2013. Ecological stoichiometry and density responses of plant-arthropod communities on cormorant nesting islands. *PLoS One* 8: e61772.
- Kolb, G.S., Palmborg, C., Taylor, A.R., Bååth, E., and Hambäck, P.A., 2015. Effects of nesting cormorants (*Phalacrocorax carbo*) on soil chemistry, microbial communities and soil fauna. *Ecosystems* 18: 643.
- Laiviņš, M., 2002. Melnā plūškoka sabiedrības *Sambucetum nigrae* Oberd. 1967 Latvijā. *Mežzinātne* 11: 92–110.
- Laiviņš, M., un Čekstere, G., 2008. Kolonijās ligzdojošo zivju gārņu (*Ardea cinerea*) un jūraskraukļu (*Phalacrocorax carbo*) ietekme uz Latvijas ezera salu augu valsti un augsnēm. *Mežzinātne* 18: 74–84.
- Laiviņš, M., un Čekstere, G., 2015. Nemeža biotopu pārkrūmošanās Rīgā. II. *Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* izplatība, ekoloģija un augu sabiedrības. *Mežzinātne* 29: 6–34.
- Laiviņš, M., Glazkova, E., and Čekstere, G., 2017. Vegetation development in the cormorant colony on the Curonian Spit. In: Barševskis, A. (ed.) *9<sup>th</sup> International conference on biodiversity research. Book of Abstracts*. Daugavpils: Daugavpils University, p. 63.
- Ligeza, S., and Smal, H., 2003. Accumulation of nutrients in soils affected by perennial colonies of piscivorous birds with reference to biogeochemical cycles of elements. *Chemosphere* 52: 595–602.
- Lindeboom, H.J., 1984. The nitrogen pathway in a penguin rookery. *Ecology* 65(1): 269–277.
- Mizota, C., Noborio, K., and Mori, Y., 2012. The Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) colony as a “hot spot” of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emission in central Japan. *Atmospheric Environment* 57: 29–34.
- Nollendorfs, V., 2004. *Rīgas apstādījumu monitorings pēc augsnes un lapu analīzēm*. Rokraksts. Salaspils: LU Bioloģijas institūts, 25 lpp.
- Rusanen, P., Mikkola-Roos, M., and Asanti, T., 2003. Current research and trends of Finland's Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* population. In: Keller, T.M.,

- and Carss, D.N. (eds.) *Cormorants: Ecology and Managements at the Start of the 21s Century. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Cormorants in Freising, Germany, December 17–21, 2000. Die Vogelwelt* 124: 79–81.
- Samusenko, I., 2003. Recent development of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* breeding population in Belarus. In: Keller, T.M., and Carss, D.N. (eds.) *Cormorants: Ecology and Managements at the Start of the 21st Century. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Cormorants in Freising, Germany, December 17–21, 2000. Die Vogelwelt* 124: 79–81.
- Strazds, M., 1989. Jaunumu apskats. *Putni Dabā* 2: 174–182.
- Strazds, M., un Celmiņš, A., 1987. Faunistikas jaunumi. *Putni Dabā* 1: 94–96.
- Strazds, M., un Ķuze, J., 2006. *Ķemeru Nacionālā parka putni*. Rīga: Jumava, 487 lpp.
- Глазкова, Е.А., и Глазков, П.Б., 2007. Таинственный архипелаг в Финском заливе. *Природа* 1: 55–66.
- Ринькис, Г.Я., Рамане, Х.К., и Куницкая, Т.А., 1981. *Методы анализа почв и растений*. Рига: 174 с.

HABITAT HIPEREUTROPHICATION IN GREAT CORMORANT  
*PHALACROCORAX CARBO* COLONIES  
IN THE ĀBEĻU AND EGĻU ISLES OF LAKE KAŅIERIS

Māris Laiviņš, Gunta Čekstere

Summary

Nowadays, Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* are frequently nesting in colonies in trees next to water bodies or on isles in several lakes in Latvia. The first nests of Great Cormorant appeared in isles of Lake Kaņieris in 2005. Our study shows how the presence of the Great Cormorant colonies has affected the vegetation and soil chemical composition on the isles of Lake Kaņieris in a long term (2010–2017). To evaluate the impact of Great Cormorant colonies on soil and vegetation, the study was carried out on two isles (Ābeļu and Egļu) in Lake Kaņieris occupied by the Great Cormorant in July of 2010 and 2017. All isles are/were predominantly covered by forest vegetation. Two different sampling sites on each isle were set up: one of them representing a site without vegetation, and the other one – a site with vegetation. The Riekstu Isle in the same lake was selected to represent control conditions – natural habitat without the Great Cormorant colonies. In the sampling plots, the occurrence and cover of plant species in each vegetation layer was determined visually. Soil reaction (pHKCl), electrical conductivity, content of essential plant nutrients (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu), as well as Na in 1 M HCl extraction were determined at two topsoil layers at 1–10 cm and 11–20 cm depth.

The results revealed that the forest stands of the Ābeļu and Egļu Isles have totally changed under continuous input of chemical elements from nutrient-rich guano during the last seven years. The forest stands have lost the typical spatial continuity and layering, the plant species composition has fully changed. The deciduous forest stands are totally degraded. The habitats with extremely high concentration of phosphorus, nitrogen, sulphur, zinc and other elements in soils are no longer suitable for growth of plants. In sites with less intensive input and accumulation of guano from the Great Cormorants in topsoil, development of nitrophilous plant communities, e.g. establishment of *Urtica dioica* at the herb layer and *Sambucus nigra* at the shrub layer was observed.

Key words: eutrophication, phosphorus, nitrogen, sulphur, zinc, lake isles, deciduous forest stands, Latvia.



## Īss ziņojums

### ATSKATS UZ 14. STARPTAUTISKO EIRĀZIJAS ZĀLĀJU KONFERENCI “DABISKIE ZĀLĀJI PĀRI ROBEŽĀM”

Solvita Rūsiņa<sup>1</sup>, Rūta Sniedze-Kretalova<sup>2</sup>, Lauma Gustiņa<sup>1</sup> un Inese Silamiķele<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Dabaszinātņu akadēmiskais centrs, Latvijas Universitāte,  
E-pasts: rusina@lu.lv

<sup>2</sup> Latvijas Dabas fonds, E-pasts: ruta.sniedze@ldf.lv

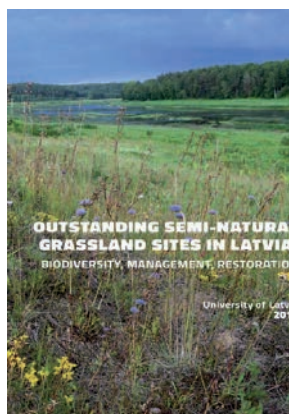
2017. gada 4.–11. jūlijā Latvijā, Rīgā notika 14. starptautiskā Eirāzijas zālāju konference “Dabiskie zālāji pāri robežām” (14<sup>th</sup> *Eurasian Grassland conference: Semi-natural grasslands across borders*, [http://www.edgg.org/conference\\_2017.html](http://www.edgg.org/conference_2017.html)). Konferences mērķis bija pulcēt dažādu nozaru un organismu grupu pētniekus, kuri pēta dabiskos zālājus Latvijā, Eiropā un citviet pasaulē, lai iepazīstinātu ar jaunākajiem pētījumiem un labākajiem risinājumiem dabisko zālāju aizsardzībā un apsaimniekošanā. Konferenci organizēja Latvijas Universitāte sadarbībā ar Starptautiskās veģetācijas zinātnes asociācijas zālāju darba grupu ([www.edgg.org](http://www.edgg.org)), Lietuvas Dabas izpētes centru un Latvijas Botāniķu biedrību.

Konferencē piedalījās 92 dalībnieki no 19 valstīm ar pētījumiem par dabiskajiem zālājiem, to floras, faunas un veģetācijas ģeogrāfiju, bioloģisko daudzveidību, ekoloģiju, izmantošanu un aizsardzības ekoloģiskajiem un sociālekonomiskajiem jautājumiem. Latvijas pārstāvēja 45 dalībnieki no šādām institūcijām: valsts institūcijas – Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, Zemkopības ministrija, Dabas aizsardzības pārvalde, Latvijas vides aizsardzības fonda administrācija; zinātniskās institūcijas – Latvijas Valsts agrārās ekonomikas institūts, Latvijas Universitāte, Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Latvijas Universitātes Botāniskais dārzs, Daugavpils Universitāte, Nacionālais Botāniskais dārzs, Latvijas Dabas muzejs, Vides risinājumu institūts; pašvaldības organizācija Daugavpils novada pašvaldības aģentūra TAKA, nevalstiskās organizācijas – Latvijas Botāniķu biedrība, Baltijas Vides forums, Latvijas Dabas fonds, kā arī SIA “ELLE” un AS “Latvijas valsts meži”.

Konference ilga septiņas dienas, no kurām divas dienas bija referātu un stenda referātu sesijas, bet pārējās dienās noritēja lauka semināri. Latvijā notika divu dienu lauka seminārs dabas parkā “Daugavas loki” un vienas dienas seminārs dabas parkā “Abavas senleja” un dabas liegumā “Lielupes grīvas pļavas”. Semināriem bija sagatavots zinātnisko rakstu krājums par apmeklēto vietu dabiskajiem zālājiem, to aizsardzību, apsaimniekošanu un atjaunošanu (Rūsiņa (ed.), 2017a). Lietuvā notika divu dienu seminārs Kuršu kāpā un Nemunas deltas dabiskajos zālajos Lietuvā; tam bija sagatavots semināra ceļvedis (Rašomavičius *et al.*, 2017) (1. att.).

Konferences laikā tika nolasītas divas vieslekcijas, 23 mutiski referāti un prezentēti 20 stenda referāti (Rūsiņa (ed.), 2017b). Vairāki referāti bija veltīti dabisko zālāju

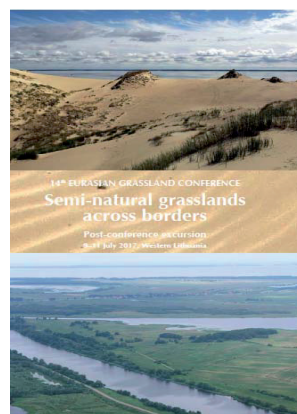
veģetācijas reģionāliem fitosocioloģiskiem pētījumiem un zālāju augu, bezmugurkaulnieku un putnu sugu izplatību limitējošiem faktoriem. Vairums dalībnieku savos ziņojumos pieskārās dabisko zālāju apsaimniekošanas veidiem un to ietekmei un augu sabiedrībām, augu un dzīvnieku sugām. Vairāki ziņojumi akcentēja arī dabisko zālāju aizsardzības politikas veidošanas risinājumus, tajā skaitā, ekosistēmu pakalpojumu koncepcijas izmantošanu.



Rūsiņa (ed.), 2017a.



Rūsiņa (ed.), 2017b.

Rašomavičius *et al.*, 2017.

1. attēls. Konferences publikācijas.  
Figure 1. Conference publications.

Irina Herzona (*Irina Herzon*, Helsinku Universitāte) vieslekcijā uzsvēra Eiropas Savienības (ES) Boreālā reģiona dabisko zālāju kritisko aizsardzības stāvokli saistībā ar lauksaimniecības zemju polarizāciju un ilggadīgo zālāju platību sarukumu, kas visnozīmīgākais ir Zviedrijā un Somijā. Pārējās ES valstīs vēl ir potenciāls tos saglabāt un veicināt tajos bioloģisko daudzveidību. Dabiskos zālājus apdraud pēdējos gadu desmitos vērojamais process, kas tiek dēvēts par *izmiršanas virpuli* (angliski – *extinction vortex*). Virpuli veido vairāki savstarpēji pastiprinoši procesi, kas noved pie dabisko zālāju izzušanas. Arvien mazāka sabiedrības daļa ir iesaistīta dabisko zālāju apsaimniekošanā. Tas rada arvien mazāku šīs problēmas atpazīstamību un risināšanu politikas līmenī, kā rezultātā šo biotopu uzturēšanai ir arvien mazāks atbalsts. Šo procesu pastiprina arī sugu izzušanas procesi, kas arvien straujāk notiek ainavas fragmentācijas dēļ. Šo jautājumu detalizēti iztīrēja otra vieslektore – Avelīna Helma (*Aveliina Helm*, Tartu Universitāte), kura runāja par *izmiršanas parādu* (angliski – *extinction debt*), balstoties uz sava pētījuma rezultātiem, kurā iekļauti arī Latvijas dati (Kasari *et al.*, in press). Reģionos, kur dabisko zālāju platība ir sarukusi samērā nesen, izmiršanas parāds vēl “nav samaksāts”. Pašreizējā zālāju platība ir nepietiekama daudzām sugām, kas tajos vēl ir sastopamas. Tās vēl nav izmirušas, jo vairuma zālāju sugu mūžs ir ilgs – tās ilgstoši var saglabāties veģetatīvā stāvoklī un vairoties veģetatīvi. Tomēr ilgtermiņā daudzas sugas zālājā izmirs pat tad, ja zālājs tiks pareizi apsaimniekots. A. Helmas pētījumā noskaidrots, ka Latvijā izmiršanas parāds “nav

samaksāts" Abavas ielejas dabiskajos zālajos, bet "ir samaksāts" Zemgales līdzenuma mazo upju zālajos. Šis aspekts jāņem vērā, plānojot dabas aizsardzības pasākumus. Teritorijās, kur izmiršanas parāds "nav samaksāts", lielākā uzmanība jākoncentrē uz esošo platību saglabāšanu un palielināšanu, bet teritorijās, kur tas jau "ir samaksāts" – uz sugu diasporu ienešanu esošajos zālajos un uz ainavekoloģiskās savienotības palielināšanu, veidojot sugām piemērotus izplatīšanās ceļus ainavā. Reģionālu pieeju pamato arī P. Lakovska un S. Rūsiņas mutiskajā referātā apskatītās ilggadīgo zālāju platību izmaiņas pa reģioniem, kur skaidri parādījās tas, ka reģionāli atšķiras gan kopējās ilggadīgo zālāju platības, gan riski to sarukšanai.

Balstoties uz konferences atziņām, 1. pielikumā apkopoti ieteikumi Latvijas dabisko zālāju saglabāšanai un aizsardzībai. Ieteikumi var tikt izmantoti, sagatavojot zālāju biotopu apsaimniekošanas plānus, organizējot apmācības Bioloģiski vērtīgo zālāju īpašniekiem, kā arī gatavojot nākamo Lauku attīstības programmu un pieņemot politiskus lēmumus, kas ietekmē Padomes Direktīvā 92/43/EEK (21.05.1992.) par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību noteikto mērķu sasniegšanu. Iekavās norādīti konferencē izskanējušie mutiskie un stenda referāti, uz kuriem balstīti 1. pielikumā apkopotie ieteikumi.

Pateicamies konferences atbalstītājiem: Starptautiskajai veģetācijas zinātnes asociācijai (IAVS), Latvijas vides aizsardzības fondam (projekta Nr. 1-08/218/2017), Latvijas Universitātei (akadēmiskās attīstības projekta Nr. AAP2017/28), izdevniecībai *John Wiley & Sons Inc.*, Somijas vēstniecībai Rīgā un Daugavpils novadam un tūrisma aģentūrai TAKA.

### *1. pielikums. Ieteikumi Latvijas dabisko zālāju saglabāšanai un aizsardzībai*

1. Izstrādāt un ieviest Latvijas apstākļiem pielāgotu Augstas dabas vērtības lauksaimniecības zemju (ADVZ) koncepciju, lai palīdzētu rast sinerģiju starp dabas aizsardzību un lauksaimniecības attīstību. Tā ir īpaši nozīmīga dabisko zālāju saglabāšanai.

Eiropas Komisija ir ļoti ieinteresēta attīstīt ADVZ koncepciju un ieviest to dabas aizsardzības jautājumu risināšanā lauksaimniecības ainavās. Par to liecina Eiropas Inovāciju partnerības lauksaimniecībā (*The Agricultural European Innovation Partnership (EIP-AGRI)* <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/about>) fokusgrupas darbs 2014. un 2015. gadā par lauksaimnieciskās ražošanas rentabilitāti ADVZ ainavās, kā arī projekts *HNV-Link: High Nature Value farming: Learning, Innovation and Knowledge* ([www.hnmlink.eu/](http://www.hnmlink.eu/)) (Irinās Herzonas vieslekcija).

2. Mērķtiecīgi veicināt gan pamesto, gan apsaimniekoto atmatu un kultivēto zālāju atjaunošanu par dabiskiem zālājiem, palielinot to bioloģisko daudzveidību un iekļaujot tos potenciālo ES nozīmes aizsargājamo zālāju biotopu platībās un atjaunojot tur ES nozīmes aizsargājamus biotopus.

Eiropas dabisko zālāju speciālisti lauka semināros atzīmēja, ka Latvijā, salīdzinot ar Viduseiropas valstīm, ir unikāla situācija, jo lielas atmatu un vecu kultivēto zālāju platības

sekmīgi atjaunojas par dabiskiem zālājiem un tajās ir liels ES nozīmes aizsargājamo zālāju biotopu veidošanās potenciāls. Igaunijas eksperte Avelīna Helma uzsvēra, ka Igaunijā vairs nav sastopamas atmatas un veci kultivēti zālāji, kuros būtu sastopamas dabisko zālāju augu sugas nozīmīgos daudzumos. Tādēļ ir grūtības atrast piemērotas vietas sēklu ievākšanai, kas nepieciešamas dabisko zālāju biotopu atjaunošanai (piemēram, projekts “*Restoration of Estonian alvar grasslands*”, LIFE13 NAT/EE/000082, saīsināti – *LIFE for Alvars*) (Avelīnas Helmas vieslekcija). Igaunijas dabisko zālāju eksperti bija izbrīnīti, cik bagātīgas ar augu sugām ir sausās atmatas Latgales augstienē un Daugavas ielejā – tās būtu ideāli piemērotas dabisko zālāju sēklu ievākšanai.

ES Boreālā reģiona ilggadīgo zālāju platībām ir tendence samazināties, savukārt aramzemēs sēto zālāju platībām – palielināties. Piemēram, Somijā vairs nav ilggadīgo zālāju, bet tikai aramzemē sētie zālāji un nelielas platības ar aizsargājamiem dabiskajiem zālājiem. Latvijā arī vērojama šāda tendence (P. Lakovska un S. Rūsiņas mutiskais referāts). Tādēļ pašlaik Latvijā ir ļoti svarīgi plānot dabisko zālāju platību palielināšanu, par tādiem veidojot pašreizējās atmatas un vecos kultivētos zālājus, īpaši Natura 2000 teritorijās. Šādas rīcības nepieciešamību īpaši pamato pētījumos pierādītais izmiršanas parāds, kas Zemgalē jau ir “samaksāts” (dabisko zālāju sugas, kas ir mazāk noturīgas pret platības samazināšanos, ir izmirušas), bet ar dabiskajiem zālājiem bagātākās teritorijās (piemēram, Abavas ieleja) vēl nav “samaksāts”. Palielinot dabisko zālāju platību, ir iespējams apturēt sugu izmiršanu (Avelīnas Helmas vieslekcija).

Latvijā pašlaik notiek aizsargājamo biotopu kartēšana (projekts “Dabas skaitīšana”, [www.skaitamdabu.gov.lv](http://www.skaitamdabu.gov.lv)). Tas būs nozīmīgs solis dabisko zālāju aizsardzības plānošanā. Ļoti nozīmīgi ir projekta laikā iegūt datus par zālāju platībām, kurās pašlaik ir liels potenciāls atjaunot dabiskos zālājus (gan atmatas un veci kultivēti zālāji, gan aizaugoši dabiskie zālāji). To atjaunošanai par dabiskiem zālāju biotopiem un apsaimniekošanai jāparedz atbalsts no nacionāliem vai ES fondu līdzekļiem.

3. Veicināt lauksaimniecisko produktu, kas saražoti, izmantojot dabisko zālāju resursus, atpazīstamību un pievienoto vērtību.

Pašlaik Latvijā un citās ES Boreālā reģiona valstīs lauksaimniecības produkti (piens, siers, gaļa u. c.), kas saražoti, izmantojot dabisko zālāju resursus (lopbarību), ir vāji atpazīstami. Nereti šie produkti pat tiek vērtēti zemāk nekā konvencionālie produkti (piemēram, dabiska zālāja siens, kas ir bagāts ar vitamīniem un bioloģiski aktīvām vielām, tiek vērtēts kā nekvalitatīvs un tam ir zemāka cena kopējā siena tirgū; arī liellopu gaļai, kas iegūta no dabiskos zālajos ganītiem liellopiem ir zemāka cena, jo nododamie liellopi ir mazāki un ar zemāku tauku saturu). Pašlaik vidēji 100 EUR gadā no katra ES dalībvalsts pilsoņa samaksājamiem nodokļiem nonāk pie zemniekiem kā atbalsts lauksaimnieciskajai darbībai. No šīs summas tikai 1 % tiek novirzīts dabisko zālāju apsaimniekošanas atbalstam Natura 2000 teritorijās. Palielinot atbalsta daļu dabisko zālāju apsaimniekošanai, varētu veicināt lauksaimniecības produktu ražošanu, izmantojot dabiskos zālājus (Irinās Herzonas vieslekcija).

Latvijā notiek to lauksaimnieku apmācība, kuri iesaistījušies Lauku attīstības programmas 2014.–2020. gadam pasākuma "Agrovide un klimats" aktivitātē "Bioloģiskās daudzveidības uzturēšana zālājos" (BDUZ). Ja lauksaimnieki ir uzņēmušies saistības par ES nozīmes aizsargājamo ilggadīgo zālāju biotopu apsaimniekošanu, tad ne vēlāk kā saistību perioda otrajā gadā jāiegūst pamatiemaņas zālāju biotopu vai sugu dzīvotņu apsaimniekošanā, apmeklējot mācību kursus un iegūstot atbilstošu sertifikātu. Būtu svarīgi mācību programmas saturu papildināt ar nodarbībām par dabisko zālāju izmantošanu lauksaimniecības produktu ražošanā – par dabisko zālāju zāles un siena lopbarības vērtību, īpašībām salīdzinājumā ar sēto zālāju zāli un sienu, piena un gaļas saražoto daudzumu un kvalitāti, mājlopiem ganoties dabiskajās ganībās, ekonomiskiem risinājumiem un inovācijām dabisko zālāju, kā resursa, izmantošanā.

Konferences dalībnieki iepazīstināja ar vairākiem veiksmīgiem piemēriem. Igaunijā *LIFE for Alvars* projektā atjaunoto zālāju teritorijām tika piesaistītas četras ģimenes, palīdzot ar infrastruktūras izveidi un atjaunoto zālāju apsaimniekošanu un uz to bāzētu lauksaimniecības produktu ražošanu (Avelīnas Helmas vieslekcija). Austrijā notiek zālāju izmantošanas intensitātes plānošana zemnieku saimniecības līmenī, lai saskaņotu ekonomisko izaugsmi un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu – daļā no saimniecības zālājiem tiek palielināta zālāju ražība un siena kvalitāte, lai kompensētu zudumus, kas rodas daļā no zālājiem, kur tiek plānota ekstensīva apsaimniekošana, lai saglabātu bioloģisko daudzveidību (Haralda Recera (*Harald Roetzer*) un kolēģu mutiskais referāts). Somijā ir izstrādāts dabisko zālāju dabas aizsardzības plāns, kas paredz kooperāciju starp zemniekiem un dabas aizsardzības organizācijām veicināšanu un inovāciju ieviešanu. Ir izveidots brīvprātīgo reģistrs, lai veicinātu to iesaisti dabisko zālāju apsaimniekošanā, radīta zemju iznomāšanas datubāze, kurā zemnieki var ievietot informāciju par saviem zālājiem, kurus viņi dod apsaimniekošanai (Karinas Jarvinenas (*Carina Jarvinen*) un Katjas Rātikainenas (*Katja Raatikainen*) mutiskais referāts).

4. Gatavojoties jaunajam plānošanas periodam no 2020. gada, pārskatīt Latvijas Lauku attīstības programmu un tiešo maksājumu nosacījumus, iekļaujot zinātniski izvērtētus atbalsta veidus dabisko zālāju apsaimniekošanai.

Agrovides pasākumu finansējums ES Boreālā reģiona valstīs arvien ir samazinājies, tādēļ ne visi atbalsttiesīgi zālāji saņem atbalstu. Atbalsts zālāju apsaimniekošanai ir stipri mazāks, nekā aprēķinātās reālās izmaksas (piemēram, Somijā aprēķināts, ka reālās vidējās apsaimniekošanas izmaksas ir 1000 EUR ha gadā). Tas nozīmē, ka pašreizējie risinājumi nav pietiekami, lai saglabātu dabisko zālāju biodaudzveidību. Jāpārskata arī zaļināšanas prasības. Līdzšinējā pieredze Boreālajā reģionā liecina, ka zaļināšanas prasību ieviešana ir veicinājusi dabisko zālāju uzaršanu un iznīcināšanu. Vairāk informācijas par zaļināšanas pasākumu uzlabošanu, lai veicinātu dabas daudzveidību skatīt: Hart *et al.* (2016).

5. Dabisko zālāju vērtību popularizēšana un sabiedrības izglītošana, kas vērsta uz dabisko zālāju inovatīvu iesaisti lauksaimnieciskajā ražošanā.

Viens no nozīmīgākajiem pasākumiem, kas mērķtiecīgi jāievieš, ir sabiedrības

izglītošana par dabisko zālāju vērtībām un ekosistēmu pakalpojumiem. Jaunākā paaudze dabisko zālāju ekosistēmu pakalpojumus apzinās un novērtē zemāk nekā vecākās paaudzes cilvēki. Tas ir saistāms ar pieredzes izzušanu, jo jaunākās paaudzes cilvēki nav pieredzējuši ainavas ar lielu dabisko zālāju īpatsvaru. Tas rada izmiršanas virpuli, kurā pareizi apsaimniekotu dabisko zālāju platības sarūkšana samazina sabiedrības apziņas līmeni par dabisko zālāju saglabāšanas nepieciešamību. Tas noved pie vājākas izpratnes par dabiskajiem zālājiem arī profesionālajā izglītībā, kas savukārt rada mazāku atbalstu lauksaimniecības atbalsta programmās, kā arī mazāku dabisko zālāju iesaisti lauksaimnieciskajā ražošanā.

Zemā izglītība par dabiskajiem zālājiem apgrūtina lauksaimniecības produktu zīmolu lietojumu (Hessle *et al.*, 2017). Izglītošana jāveic gan augstākās izglītības iestādēs, gan pamatizglītības programmās, gan mūžizglītības programmās. Lauksaimniecības studiju programmās jāievieš studiju kursi par bioloģiskās daudzveidības nozīmi, saglabāšanu un ekonomiski izdevīgu apsaimniekošanu, jo tieši cilvēki ar lauksaimniecisko izglītību visvairāk iesaistīti dabisko zālāju apsaimniekošanā. Nepieciešams nevis noturēt zemnieku senajā ekstsīvīvajā lauksaimniecības sistēmā, kas mūsdienās nav dzīvotspējīga, bet radīt inovatīvas pieejas, kas palīdz zemniekam kļūt modernam un ekonomiski konkurētspējīgam, vienlaikus saglabājot dabisko zālāju bioloģisko daudzveidību.

Nepieciešams attīstīt inovācijas četrus virzienos:

- sociālās un institucionālās inovācijas (piemēram, dabas ekspertu konsultāciju pieejamība lauksaimniecības konsultāciju centros);
  - politikas inovācijas;
  - produktu un tirgus inovācijas (piemēram, Zviedrijā, lai izlīdzinātu naudas plūsmu saimniecībā un palielinātu ienākumus pavasarī, kad darba ir daudz, bet ienākumu nav, ieviesta jēru pārdošana tikko pēc to dzimšanas, bet nodošana pircēja rokās pēc jēra pieaugšanas);
  - apsaimniekošanas metožu inovācijas (piemēram, pārvietojamas kautuves, kas atbilst bioloģiskās lauksaimniecības prasībām).
6. Izmantot reģionālu pieeju dabas aizsardzības jautājumu risināšanā dabisko zālāju saglabāšanai.

Līdz šim Latvijā atbalsts dabisko zālāju aizsardzībai, saglabāšanai un apsaimniekošanai tiek plānots vienādi visā valstī, nerēķinoties ar reģionu ekonomiskajām, lauksaimniecības specializācijas un dabas daudzveidības atšķirībām. Jaunākie pētījumi skaidri pierāda, ka Latvijā dabisko zālāju stāvoklis reģionos būtiski atšķiras un tas prasa atšķirīgu pieeju to saglabāšanā.

7. Konferencē ieteikti vairāki ierosinājumi turpmākajiem pētījumiem (Irinās Herzonas vieslekcija, Haralda Recera mutisks referāts, Karinas Jarvinenas un Katjas Rātikainenā mutisks referāts):
- dabisko zālāju un ADVZ lauksaimniecības zemju inventarizācijas metodiku uzlabošana;
  - tālīzpētes izmantošana zālāju biotopu noteikšanā un klasifikācijā (sētu, kultivētu un dabisku zālāju atpazīšana), bezpilota gaisa kuģu (dronu) izmantošana zālāju

monitoringā un kvalitātes novērtējumā;

- inovatīvas pieejas mehāniskā ganību nezāļu un indīgu sugu ierobežošanā;
- zālāju biomasas alternatīva izmantošana;
- reģionālo zīmolu izstrāde un ieviešana;
- ekosistēmu pakalpojumu integrēšana tirgus produktos;
- multifunkcionāla zemes izmantošanas plānošana.

## LITERATŪRA

- Hart, K., Buckwell, A., and Baldock, D., 2016. *Learning the lessons of the Greening of the CAP*. IEEP, <http://www.snh.gov.uk/docs/A1943384.pdf>.
- Hessle, A., Bertilsson, J., Stenberg, B., Kumm, K.I., and Sonesson, U., 2017. Combining environmentally and economically sustainable dairy and beef production in Sweden. *Agricultural Systems* 156: 105–114.
- Kasari, L., Zobel, M., Partel, M., Bommarco, R., Bruun, H.H., Gustina, L., Heikinen, R.K., Honnay, O., Krauss, J., Lindborg, R., Raatikainen, K., Rūsiņa, S., and Helm, A. Plants with good dispersal abilities disappear from European semi-natural grasslands following the payment of extinction debt (*in press*).
- Rašomavičius, V., Dikšaitė, L., Sendžikaitė, J., Matulevičiūtė, D., Uogintas, D., Petrulaitis, L., and Augutis, D., 2017. *Semi-natural grasslands across borders*. Post-conference excursion, 9–11 July 2017, Western Lithuania, Vilnius.
- Rūsiņa, S. (ed.), 2017a. *Outstanding semi-natural grassland sites in Latvia: biodiversity, management, restoration*. Riga: University of Latvia.
- Rūsiņa, S. (ed.), 2017b. *14<sup>th</sup> Eurasian Grassland Conference Semi-natural Grasslands across Borders. Book of Abstracts*. 4–11 July 2017, Riga (Latvia) and Western Lithuania. Riga: University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences.

*Datorsalikums. Metiens 150 eks.*  
Iespiests SIA *Latgales druka*, Baznīcas iela 28, Rēzekne, tālr. 64625938