

---

**PARASTĀ OŠA (*FRAXINUS EXCELSIOR*) STĀVOKLIS LATVIJĀ  
MEŽAUDŽU DESTRUKCIJAS AKTĪVAJĀ FĀZĒ. MEŽA AUGŠANAS  
APSTĀKĻI UN KVARTĀRA NOGULUMI**

**SITUATION OF COMMON ASH (*FRAXINUS EXCELSIOR*) IN LATVIA IN  
THE ACTIVE PHASE OF STAND DESTRUCTION. FOREST SITE TYPE  
AND QUARTERNARY DEPOSITS**

**Māris Laiviņš, Ilmārs Krampis, Guntars Šnepsts**

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"

maris.laivins@silava.lv

### **Abstract**

At present, 87.9% of all ash stands in Latvia are found on dry soils, where groundwater does not affect the root system of trees, and 94.3% of ash stands are distributed in eutrophic habitats, saturated with exchange bases and biologically active nitrogen. In Latvia, ash stands are found mainly on the loose sediments of sandy till and clayey till in highland and rise landscapes, as well as on silty glaciolymnic sediments in the lowlands. Sand sediments in the coastal lowlands and riverine landscapes, as well as peat sediments in both highland and lowland landscapes are not suitable for ash forest stands.

**Keywords:** common ash, Fraxinus Excelsior, quaternary deposits

### **Kopsavilkums**

Pašlaik Latvijā 87,9 % no visām oša audzēm ir sastopamas sausās augtenēs, kur gruntsūdens neietekmē koku sakņu sistēmu, 94,3 % oša audžu ir izplatītas eitrofās biotopos, kas piesātināti ar apmaiņas bāzēm un bioloģiski aktīvo slāpekli. Latvijā oša audzes ir sastopamas galvenokārt uz morēnas mālsmits un smilšmāla irdenajiem nogulumiem augstieņu un pacēlumu ainavzemēs, kā arī uz puteklainajiem glaciolimniskajiem kvartāra nogulumiem zemienēs. Oša audzēm maz piemēroti smilts nogulumi Piejūras zemienē un upju zemju ainavzemēs, kā arī kūdras nogulumi kā augstieņu, tā arī zemieņu ainavzemēs.

### **Ievads**

Latvijā mežaudžu sugu kompozīcija, audžu produktivitāte un izplatība dabas reģionos ir atkarīga galvenokārt no augtenes auglības pakāpes un mitruma apstākļiem jeb edafisko apstākļu fona. Tāpēc vispārīgam oša audžu augšanas apstākļu vērtējumam izmantoti divi edafiskos augšanas apstākļus raksturojoši analīzes veidi.

Veikta oša audžu platību sadalījuma analīze, pirmkārt, pēc meža tipiem, meža tipu dabiskām hidromorfām un cilvēka pārveidotām nosusinātām meža tipu rindām, kā arī pēc meža tipu trofiskām grupām kā ekoloģiski un ģeogrāfiski ļoti ietilpīgās, vides apstākļus atspoguļojošās dimensijās. Otrkārt, ne mazāk nozīmīgs oša augšanu un izplatību determinējošs faktors ir pleistocēna un holocēna irdeno nogulumu, bet

dažviet arī seklo pamatiežu sastāvs, tāpēc meklētas kvantitatīvas sakarības starp oša audžu izplatību un kvartāra nogulumu (dažviet – seklo pamatiežu) litoloģisko dažādību.

Darba mērķis ir noskaidrot oša audžu ekoloģiskās īpatnības Latvijā, ņemot vērā audžu sadalījumu meža tipos un audžu saistību ar kvartāro nogulumu veidu.

### **Pētījuma objekts un metode**

**Oša mežaudžu datu kopa.** Par oša audžu platību sadalījumu meža tipos 1940. un 1998. gadā MS *Excel* vidē izveidota datu kopa. Kopas sastādīšanā par 1940. gadu izmantoti V. Eihe statistiskie dati (Eihe 1940), par 1998. gadu – Valsts Meža reģistra dati (saglabāti M. Laiviņa privātajā arhīvā), bet par 2018. gadu – GIS vidē sakārtoti Valsts Meža reģistra dati par 2,7 miljoniem meža nogabalu.

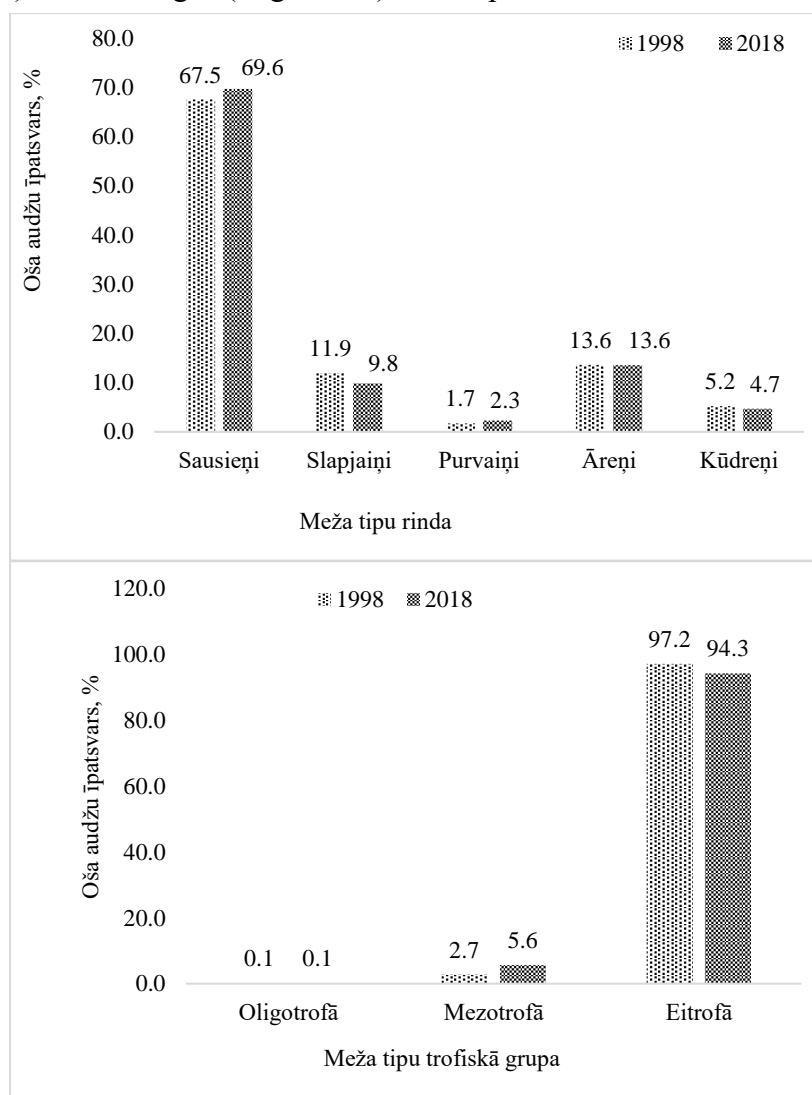
**Kvartāra nogulumi.** Oša audžu izvietojuma saistībai ar pleistocēna un holocēna irdenajiem nogulumiem, kā arī dažviet ar sekļajiem pamatiežiem, izmantoti Latvijas ģeoloģiskās kartēšanas materiāli – karšu lapas, kas sastādītas no 1997. līdz 2004. gadam mērogā 1 : 50 000 un 1 : 200 000 (Juškēvics un Misāns 1997; Nartišs un Zelčs 2018). Ģeoloģiskajās kartēs identificēti 17 kvartāra nogulumu un pamatiežu sedimentu veidi. Izmantojot 10 × 10 km tīklojumu, katrā kvadrātā (100 km<sup>2</sup>) noteikta sedimenta veida un oša audžu platība (ha). Analīzē irdeno iežu veidi grupēti septiņās pamatgrupās: granšaina smilts ar oļiem (1), marīnā, eolā un glaciofluviālā smilts (2), smilšmāla un mālsmilts morēna (3), aleirīti, aleirītiska smilts (4), māls (5), kūdra, kūdraina smilts (6) un pamatieži (7).

**Datu statistiskā analīze.** Oša audžu un kvartāra irdeno nogulumiežu platību sakarību analīzē lietota korelācijas analīze, izmantojot *Data Analysis* statistiskās datu apstrādes programmas MS *Excel* 13.0 vidē (*Pirsona* korelācijas koeficients). Tāpat analīzē izmantots vispārējais lineārais modelis (*Generalized Linear Model*) programmā *SPSS for Windows*, kur aprēķini veikti, izmantojot gammas varbūtības sadalījumu un logaritmisko funkciju. Kā atkarīgo mainīgo analīzē izmanto ošu audžu platību (ha), bet kā faktoriālās pazīmes izmanto ainavzemi un irdeno kvartāra nogulumu platību (ha). Līdzības un atšķirības skaidrošanai starp ainavzemēm pēc kvartāra nogulumu datiem un oša audžu platības (ainavzemju vidējie logaritmētie dati), veikta ainavzemju ordinācija ar galveno komponentu metodi (PCA), izmantota daudzdimensijas datu analīzes programma *PCord 7* (McCune and Grace 2002).

### **Rezultāti**

**Audžu sadalījums meža tipos.** Analizējot oša audžu saistību ar augtēnes mitruma apstākļiem, redzam, ka gan pirms masveida oša audžu slimošanas 1998. gadā, gan arī pēc 20 gadiem gandrīz septiņdesmit procenti no visām oša audzēm ir

sastopamas sausieņu augtenēs. Mežos mitrās un pārmitrās minerālaugšnes augtenēs (slapjaini) un slapjās kūdras augtenēs (purvaini) oša audžu ir nedaudz virs desmit procentiem, bet nosusinātās augtenēs ar ievērojami uzlabotiem augšanas apstākļiem (āreņi, kūdreņi) – nepilni 20 procenti, redzams, ka meliorētās augtenēs oša audžu īpatsvars ir aptuveni divas reizes lielāks nekā nemeliorētās (1. att.). Vēl izteiktāka ir oša audžu saistība ar augtēnes auglību: audzes sastopamas galvenokārt eitrofās augtenēs, meža tipos ar intensīvu vielas apriti mežaudzē (1998. gadā 97,2 %, bet 2018. gadā 94,3 % audžu ir eitrofās augtenēs). Tikai dažu simtu hektāru platībā (galvenokārt mistrojuma ar citām platlapu sugām) osis sastopams vidēji bagātos (mežotrofos) un nabadzīgos (oligotrofos) meža tipos.



1. attēls. Oša audžu sadalījums meža tipu rindās un meža tipu trofiskajās grupās (autoru izveidots, izmantojot Valsts Meža reģistra datus)

Valsts Meža reģistra 2018. gada dati liecina, ka oša tīraudzes un mistraudzes ir sastopamas 21 meža tipā (oša audzes nav konstatētas tikai viršu ārenī un viršu

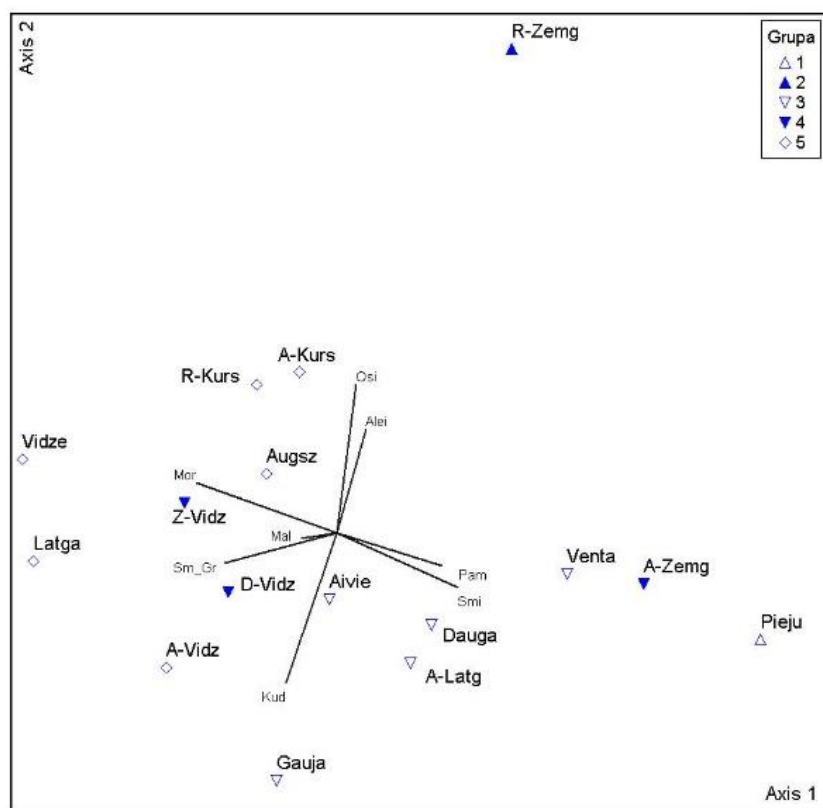
kūdrenī). 1998. gadā oša audzes ir konstatētas 17 meža tipos (tās nav silā, slapajā mētrājā, purvājā, viršu ārenī un kūdrenī, mētru kūdrenī), bet 1940. gadā tās atzīmētas tikai piecos meža tipos. 1998. un 2018. gada mežierīcībā tika izmantota K. Buša meža tipoloģija ar 23 meža tipiēm (Bušs 1976). 1998. gada dati, iespējams, ir saistīti ar nepilnīgi uzkrātajiem taksācijas datiem tā laika Valsts Meža kadastra datubāzē. Savukārt 1940. gada audžu sadalījumam meža tipos pamatā ir 1923. un 1938. gadā pieņemtā tipoloģijas sistēma, kurā ir definēti 13 meža pamattipi (Anon 1938). Lai gan ir atšķirības, pietiekami skaidri redzama oša audžu saistība ar gāršas meža tipu (1. tab.), jo pēc 1940. gada datiem 41,9 % oša audžu sastopamas gāršai līdzīgajā auglīgajā mistrājā, meža tipā, kas mūsdienās ir apvienots ar gāršas tipu.

1. tabula. **Oša audžu īpatsvars (ha, %) eitrofajos meža tipos (1940-2018)** (autoru izveidots, izmantojot Eihe, 1940 un Valsts Meža reģistra datus)

Meža tips / Gads	1940.		1988.		2018.	
	ha	%	ha	%	ha	%
Gārša	946.8	40.1	11373.5	51.9	6126.2	40.3
Mistrājs	989.2	41.9	*	*	*	*
Vēris	37.2	1.6	3244.0	14.8	4084.8	26.9
Damaksnis	*	*	211.8	1.0	367.1	2.4
Slapjā gārša	*	*	2055.4	9.4	927.9	6.1
Slapjais vēris	*	*	601.9	2.7	478.8	3.2
Dumbrājs	380.5	16.1	246.4	1.1	258.4	1.7
Platlapju ārenis	*	*	2783.7	12.7	1975.4	12.9
Platlapju kūdrenis	*	*	1127.4	5.1	674.8	4.4

\* – nav datu.

**Kvartāra irdeno nogulumu un oša audžu izvietojuma saistība.** Ainavzemes atšķiras pēc kvartāra irdeno nogulu sastāva. Ordinējot ainavzemes ar galveno komponentu metodi (PCA) pēc irdeno nogulu sastāva, pirmā galvenā komponente (31,3 % kopējās dispersijas,  $p = 0,067$ ) nošķir Piejūras zemieni ar smilšaino substrāta dominanci (smilts frakcijas korelācija,  $\tau$  koeficients, ar pirmo asi 0,593) no augstieņu ainavzemēm, kurās izplatīts morēnas materiāls (smilšmāla un mālsmilts frakcijas korelācija -0,831) (2. att.). Augstieņu ainavzemes ordinācijas telpā veido kompaktu punktu kopu. Otrā galvenā komponente (28,7 % kopējās dispersijas,  $p = 0,001$ ) ordinācijas telpā izteikti norobežo Rietumzemgales ainavzemi ar lielāku putekļu proporciju irdenajos nogulumos (aleirītu frakcijas korelācija ar otro asi 0,404). Savukārt negatīvas korelācijas otrajai asij ir ar kūdras daudzumu – -0,443, ordinācijas telpā nodalot Aivieksteszemi un Gaujaszemi.



2. attēls. Ainvazemju ordinācija (PCA) pēc kvartāra nogulumu litoloģiskā sastāva un oša audžu (Osi) platības. Ar atšķirīgām zīmēm ordinācijas plaknē parādīta Piejūras zemiene (1), Rietumzemgale (2), upjuzemju (3), pacēlumumu (4) un augstieņu (5) ainavzemes (autoru izveidots)

Ainvazeme: Pieju – Piejūras zemiene, R-Zemg – Rietumzemgale, Aivie – Aiviekstes zeme, A-Latg – Austrumlatgale, Gaujas – Gaujaszeme, Dauga – Daugavzeme, Venta – Ventaszeme, A-Zemg – Austrumzemgale, D-Vidz – Dienvidvidzeme, Z-Vidz – Ziemeļvidzeme, A-Kurs – Austrumkursa, R-Kurs – Rietumkursa, Augsz – Augšzeme, A-Vidz – Austrumvidzeme, Vidze – Vidzeme, Latg – Latgale.

Kvartāra sedimenti un pamatieži: Pam – pamatieži, Sm\_Gr – granšaina smilts, Smi – smilts, Mor – morēnas smilšmāls, Alei – aleirīts, Mal – māls, Kud – kūdra.

Vispārējā lineārā modeļa analīzē atklāj oša audžu statistiski būtisku saistību ar morēnas mālsmilts smilšmāla, aleirīta un smilts nogulumiem. Tāpat ainavzemes statistiski būtiski tiek diferencētas pēc irdeno nogulu sastāva (2. tab.).

2. tabula. Ainavzemes un kvartāra irdeno nogulu ietekmes vērtējums uz Oša audžu platību (GLM analīzes rezultāti, atkarīgais mainīgais – oša audžu platība, ha) (autoru izveidots)

Faktors	F-testa vērtība	Brīvības pakāpe	Būtiskums
Brīvais loceklis	151.156	1	.000
Granšaina smilts	.997	1	.318
Smilts	10.911	1	.001
Morēnas smilšmāls un mālsmilts	89.575	1	.000
Māls	1.423	1	.233
Aleirīts	13.527	1	.000
Kūdra	.097	1	.756
Ainavzeme	242.997	15	.000

Apskatot oša audžu platību dažādās ainavzemēs, redzams, ka audžu izplatība ir tieši saistīta ar smilšmāla un mālsmilts morēnas substrātu (3. tab.). Deviņās ainavzemēs (56 % no ainavzemju skaita) oša audžu platību būtiski ietekmē morēnas nogulumu. Lielāka mālsmilts un smilšmāla nogulu ietekme uz oša audžu izvietojumu ir augstieņu un pacēlumu/nolaidenumu ainavzemju grupā, bet arī Piejūras zemienē, Rietumzemgalē un Ventaszemē ir konstatēta pozitīva sakarība starp oša audžiem un morēnas nogulumiem.

3. tabula. Oša audžu (ha) un kvartāra nogulumiežu un seklo pamatiežu platību (ha) sakarības  $10 \times 10$  km kvadrātos (Pīrsona korelācijas koeficients r) ainavzemēs (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,001$ ) (autoru izveidots)

Ainavzeme (kvadrātu skaits)	Pamatieži	Granšain a smilts	Smilts	Morēnas smilšmāls	Aleirīti	Māls	Kūdra
Piejūras zemiene (99)	<b>0.32**</b>	-0.06	0.00	<b>0.42**</b>	0.09	0.01	0.07
Rietumzemgale (31)	.	0.34	0.09	<b>0.67**</b>	0.04	-0.04	-0.11
Daugavzeme (9)	<b>0.94**</b>	0.28	-0.33	0.54	-0.17	.	-0.37
Ventaszeme (29)	-0.04	0.11	<b>-0.42*</b>	<b>0.48**</b>	<b>0.40*</b>	-0.13	-0.15
Gaujaszeme (40)	0.00	0.08	-0.15	0.17	-0.07	<b>0.95**</b>	-0.14
Austrumlatgale (27)	.	<b>0.46*</b>	-0.07	0.20	<b>0.73**</b>	-0.02	-0.07
Aivieksteszeme (83)	.	0.06	0.17	-0.14	0.09	-0.09	-0.10
Ziemeļvidzeme (58)	.	-0.13	0.02	<b>0.45**</b>	-0.12	0.24	-0.08
Dienvidvidzeme (32)	-0.05	-0.24	-0.34	<b>0.54**</b>	-0.01	-0.11	-0.18
Austrumzemgale (45)	-0.08	0.03	-0.02	0.12	0.06	.	-0.25
Rietumkursa (38)	.	-0.04	<b>-0.39*</b>	<b>0.67**</b>	-0.08	0.21	-0.05
Austrumkursa (66)	0.03	0.04	-0.14	<b>0.43**</b>	-0.28	-0.15	-0.02

Ainavzeme (kvadrātu skaits)	Pamatieži	Granšain a smilts	Smilts	Morēnas smilšmāls	Aleirīti	Māls	Kūdra
Piejūras zemiene (99)	<b>0.32**</b>	-0.06	0.00	<b>0.42**</b>	0.09	0.01	0.07
Vidzemes augstiene (42)	.	-0.20	-0.22	0.19	0.30	0.09	<b>-0.32*</b>
Austrumvidzeme (19)	.	-0.29	0.18	<b>0.59**</b>	<b>0.59**</b>	.	-0.12
Augšzeme (48)	.	<b>0.37**</b>	-0.07	<b>0.52**</b>	-0.17	.	-0.13
Latgales augstiene (72)	.	-0.09	-0.02	0.05	<b>0.24*</b>	-0.13	<b>-0.23*</b>
Latvijā kopā (738)	<b>0.12*</b>	-0.01	<b>-0.08*</b>	<b>0.26*</b>	0.05	0.02	<b>-0.16*</b>

. – nav datu

Aaleirīti (0,1-0,01 mm) un māls (<0,01 mm) oša audžu izvietojumu būtiski ietekmē upjuzemēs (Austrumlatgale, Gaujaszeme, Ventaszeme) un augstienēs (Austrumvidzeme, Latgales augstiene) (3. tab.). Arī Rietumzemgalē saskatāma oša audžu un aleirītisku drupiežu saistība, kas redzama ordinācijas analīzē (2. att.).

Uzmanība jāpievērš oša audžu izvietojuma saistībai arī ar pamatiežiem Daugavas ielejā (dolomītu atsegumi), Piejūras zemienē (Slītere, Ķemeri), kā arī oša audžu nesavietojamībai ar organiskajām kūdras nogulām. Vairumā ainavzemju (izņemot Piejūras zemienu) oša audžu platība negatīvi ir saistīta ar kūdras nogulu platību.

### Diskusija

**Oša audžu ģeogrāfijas un ekoloģijas īpatnības Latvijā.** Tātad Latvijā skaidri iezīmējas oša mežaudžu saistība ar valgām un mēreni mitrām augtenēm – 87,9 % no visām oša audzēm ir sastopamas sausieņu, āreņu un kūdreņu meža tipā, kurā gruntsūdens aktīvi neietekmē koku augšanu. Ņemot vērā oša iecietību arī pret palielinātu augtenes mitrumu, H. Ellenbergs neuzskata osi par drošu augtenes mitruma apstākļu indikatorsugu (Ellenberg et al. 1992; Ellenberg 1996).

Savukārt pēc augtenes auglības oša audžu niša ir trūdaines vāji skābas/neitrālas, ar apmaiņas bāzēm un sevišķi ar bioloģiski aktīvo slāpekli piesātinātas augtenes (Zemīte 1925; Kundziņš 1987; Grime et al. 1988; Ellenberg et al. 1992). Latvijā pašlaik 94,3 % oša audžu ir izplatītas eitrofos augšanas apstākļos. Augtenes trofiskuma labvēlīgo ietekmi uz oša augšanu apstiprina arī morēnas smilšmāla un mālsmilts, kā arī aleirītu pozitīvā saistība ar oša audžu platību vairumā ainavzemju.

Nereti literatūras apskatos tiek uzsvērts, ka oša augšanu labvēlīgi ietekmē augsnes piesātinājums ar kalcija un magnija katjoniem, karbonātsks substrāts. Pētījumos Latvijā konstatēts, ka irdenajos pleistocēna nogulumos Rietumlatvijas augstienēs (Rietum- un Austrumkursas augstiene) ir lielāks kaļķakmens atlūzu saturs, salīdzinot ar Viduslatvijas (liels dolomīta, dolomītmerģeļa, merģeļa atlūzu īpatsvars)

un jo sevišķi ar Austrumlatvijas litoreģiona morēnu nogulumiem, kuros ir liels kristālisko iežu, bet vismazākais kaļķakmens drupiežu daudzums (Lamsters et al. 2018). Arī pozitīvā oša audžu saistība ar devona dolomīta drupiežiem Daugavzemē ( $r = 0,94$ ) un Piejūrā ( $r = 0,32$ ) atspoguļo karbonātiskā substrāta labvēlīgo ietekmi uz oša augšanu. Jāatzīmē gan, ka oša minerālās barošanās pētījumi neparāda pozitīvo saistību starp kalcija un magnija daudzumu augsnē (oša sakņu zonā) un šo katjonu daudzumu oša lapās (Gordon 1964; Čekstere et al. 2013, 2016; Заугольнова 1974). Augu minerālās barošanās pētījumos kā oša augšanu limitējošs faktors pirmām kārtām atklājas slāpekļa saturs augtenē.

Osis izvairās no kūdras augsnēm, visās ainavzemēs saistība starp oša audžu un kūdras substrāta platību ir negatīva (Latvijā  $r = -0,16$ ), purvaiņu rindas meža tipos pašlaik ir sastopamas tikai 2,3 % no visām oša audzēm.

Iespējams, ka pēdējos 20 gados ir kļuvusi plašāka oša audžu augšanas ekoloģiskā niša. Pašlaik oša audzes jau ir sastopamas visu meža tipu trofisko grupu dabiskajās meža tipu rindās – sausieņos, slapjajinos un purvaiņos. Aizvien vairāk eitroficējoties meža augtenēm, palielinās mistraudžu veidošanās tendences, tāpēc arī nabadzīgos augšanas apstākļos (sils, mētrājs, grīnis, purvājs), kā liecina 2018. gada mežierīcības dati, ir sastopamas mistrotas oša audzes (oša īpatsvars koku stāvā 40-69 %), bet dažreiz arī tīraudzes (oša īpatsvars koku stāvā > 70 %), kas liecina par oša atjaunošanās potenciālu dažādos meža tipos, pat arī oša masveida slimošanas laikā.

**Oša izplatību ietekmējošie faktori.** Nobeigumā jānorāda uz dažām zīmīgām, ar oša audžu stāvokli un dinamiku saistītām sakarībām oša areāla ziemeļu daļā hemiboreālajā zonā, kur atrodas arī Latvija. Pirmkārt, oša vitalitātes palielināšanās 19. gs. sakrīt ar strauju ražošanas attīstību Eiropā, saražotās produkcijas apjoma palielināšanos, minerālmēslu lietošanu zemkopībā, kas ievērojami sekmēja biogēno elementu, sevišķi slāpekļa un fosfora, migrāciju dabas vidē. Otrkārt, pēc Mazā leduslaikmeta (16.-17. gs.) gaisa temperatūra Baltijas jūras reģionā laika periodā no 1871. līdz 2011. gadam ir paaugstinājusies par 0,08°C dekādē, bet Latvijā šajā laikā gada vidējā gaisa temperatūra ir paaugstinājusies par 1,4°C, vidējā minimālā – par 1,9°C, bet vidējā maksimālā – par 1,7°C (Lizuma et al. 2007; Avotniece et al. 2017), kas sekmē oša straujāku izplatību areāla ziemeļu daļā. Treškārt, arī pirms 180 gadiem sāktā oša stādījumu veidošana mežaudzēs, kā arī apjomīgā meža meliorācija 20. gs., neapšaubāmi ir sekmējusi oša izplatīšanos.



**Atsauces**

- Anon (1938). *Meža ierīcības instrukcija*. Rīga: Meža Departamenta izdevums, 56 lpp.
- Avotniece Z., Aņiskeviča S., Maļinovskis E. (2017). *Klimata pārmaiņu scenāriji Latvijā*. Ziņojums. Rokraksts. Rīga: Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, 235 lpp.
- Bušs K. (1976). *Latvijas PSR meža tipoloģijas pamati*. Rīga: LRZTIPI, 24 lpp.
- Čekstere G., Laivins M., Osvalde A. (2013). Destruction of young *Fraxinus excelsior* stands and mineral nutrients status in Latvia, a pilot study. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 13(1), 31-43.
- Čekstere G., Osvalde A., Laiviņš M. (2016). Mineral nutrition of young ash in Latvia. *Proceeding of the Latvian Academy of Sciences, Section B*, 70(3), 138-149.
- Eihe V. (1940). Latvijas mežu ģeogrāfiskais iedalījums. V. Eihe (red.) *Mežkopja darbs un zinātne*, Rīgā: Šalkone, I/II, 471.-565. lpp.
- Ellenberg H. (1996). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. 5. Aufl. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, 1096 S.
- Ellenberg H., Weber H.E., Dull R., Wirth V., Werner W., Paulissen D. (1992). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, 18, 1-258.
- Gordon A.C. (1964). The nutrition and growth of ash – *Fraxinus excelsior* in natural stands in the English lake district as related to edaphic site factors. *Journal of Ecology*, 52(1), 169-187.
- Grime J.P., Hodgson J.G., Hunt R. (1988). *Comparative plant ecology*. London, Boston, Sydney, Wellington: Unwin Hyman, 742 pp.
- Juškēvics V., Misāns J. (1997). Latvijas ģeoloģiskās kartes. *Latvijas Ģeoloģijas Vēstis*, 3, 31-33.
- Kundziņš A. (1987). Vietējie koki un krūmi. M. Bušs, J. Vanags (sast.) *Latvijas meži*. Rīga: Avots, 48.-69. lpp.
- Lamsters K., Markots A., Nartišs M., Zelčs V. (2018). Pleistocēna nogulumu stratigrāfija un uzbūve. O. Nikodemus, M. Kļaviņš, Z. Krišjāne, V. Zelčs (red.). *Latvija. Zeme, daba, tauta, valsts*. Rīga: Latvijas Universitāte, 2. izd., 63.-73. lpp.
- Lizuma L., Kļaviņš M., Briede A., Rodinovs V. (2007). Long-term changes of air temperature in Latvia. M. Kļaviņš (ed.) *Climate change in Latvia*. Rīga: Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds, , p. 11-20.
- McCune B., Grace J.B. (2002). *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Oregon: Glenden Beach, 300 pp.
- Nartišs M., Zelčs V. (2018). Kvartāra nogulumi. O. Nikodemus, M. Kļaviņš, Z. Krišjāne, V. Zelčs (red.). *Latvija. Zeme, daba, tauta, valsts*. Rīga: Latvijas Universitāte, 2. izd., 61.-63. lpp.
- Zemītis N. (1925). *Rokasgrāmata mežkopjiem. II Meža botānika*. Rīga: Meža Departamenta izdevums, 148 lpp.
- Заугольнова Л.Б. (1974). Ясень обыкновенный. Т.А. Работнов (ред.) *Биологическая флора Московской области*. Москва: Изд-во Московского университета, вып. 1, с. 142-159.