
Augsnes faktora nozīme kokaudzes sastāva veidošanā ozolu (*Quercus robur* L.) mežaudzēs

Sandra Ikauniece ¹, Guntis Brūmelis ², Raimonds Kasparinskis ³,
Olģerts Nikodemus ³, Vita Amatniece ³

Ikauniece, S., Brūmelis, G., Kasparinskis, R., Nikodemus, O.,
Amatniece, V. (2012). Effect of soil factors on tree species composition
in oak (*Quercus robur* L.) forests. *Mežzinātne* 26(59): 41-60.

Kopsavilkums. Pētījums par augšņu faktora nozīmi kokaudzes sastāva attīstībā veikts 5 dažādos meža tipos (*Aegopodiosa*, *Oxalidosa*, *Hylocomiosa*, *Mercurialiosa* mel., *Oxalidosa* turf. mel.) Latvijā, kur kokaudzes pirmajā stāvā dominējošie ir ozoli (*Quercus robur* L.). Pētījumā vērtēta augsnes granulometriskā sastāva, pH_{KCl}, brīvo karbonātu dziļuma, kā arī augsnes trūdvielu (Ap, Ah) un organiskā (O, H) horizonta biezuma un kokaudzes sastāva savstarpējā mijietekme. Rezultātā konstatēts, ka pavadoņsugu (egle, osis, liepa) klātbūtni pieaugušās dabiskās ozolu audzēs galvenokārt nosaka augsnes granulometriskais sastāvs un karbonātu dziļums. Augsnēs, kas vairāk satur smilts daļiņas un kurās brīvie karbonāti atrodas dziļāk, kokaudzi parasti veido ozols un egle, savukārt audzēs, kur izplatīti oši, augsnes satur vairāk māla daļiņu un brīvie karbonāti atrodas tuvāk zemes virsmai. Liepas pētītajās ozolu mežaudzēs sastopamas dabiski labi drenētās smilšainās augsnēs, kur brīvie karbonāti izvietojušies sekli.

Nozīmīgākie vārdi: ozols, egle, osis, liepa, augsnes fizikālās un ķīmiskās īpašības.

...

Ikauniece, S. ⁴, Brūmelis, G. ⁵, Kasparinskis, R. ⁶, Nikodemus, O. ⁶, Amatniece, V. ⁶

Effect of soil factors on tree species composition in oak (*Quercus robur* L.) forests.

Abstract. The importance of soil factors on tree species composition was studied in stands of various site types dominated by pedunculate oak (*Quercus robur* L.), which were located throughout Latvia. Latvia is located in the transitional zone between the nemoral and boreal zones, where oak stands occur close to the border of their natural geographical

¹ Daugavpils Universitāte, Dabaszinātņu un matemātikas fakultāte, Vienības iela 3, Daugavpils, LV-5401, Latvija; e-pasts: sandra.ikauniece@daba.gov.lv

² Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte, Kronvalda bulv. 4, Rīga, LV-1586, Latvija

³ Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586, Latvija

⁴ Daugavpils University, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, 3 Vienības Str., Daugavpils, LV-5401, Latvia; e-mail: sandra.ikauniece@daba.gov.lv

⁵ University of Latvia, Faculty of Biology, 4 Kronvalda Blvd., Rīga, LV-1586, Latvia

⁶ University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, 19 Raina Blvd., Rīga, LV-1586, Latvia

distribution. The area of oak stands in Latvia has much decreased due to the historical intensive use of oak timber before the 17th century. Although oak is considered as tree species that can successfully grow in different soil types, relation of natural oak stands with soil factors and understanding of understorey species composition as a predictor of future species composition, are not sufficiently understood. Therefore study of the relationships of natural oak stand composition and soil factors in boreo-nemoral transition zone are important.

Stands for study were selected from the State Forest Service data base (State Forest Register). Conditions for selection were dominance of oaks (at least 40 % of volume in stand), age above 100 and stand size at least 2 ha. Other important conditions on site inspection were also natural stand structure, lack of management in last decades and correspondence to woodland key habitat quality criteria. Plots with size 20 × 50 m were placed in the centre of stand, the height and diameter at breast height were determined for trees with diameter above 10 cm, trees were also cored to determine maximum tree age. The smallest trees and understorey species were counted in height classes up to 1 m and 1-10 m.

A complete soil pit was unearthed in the centre of each plot and soil was described according to Latvian and FAO WRB soil classifications, including soil texture, colour, pH_{KCl} and depth to free carbonates.

The relations of soil texture, pH_{KCl}, depth to free carbonates, depth of the soil humus accumulation horizon (Ap, Ah) and organic horizon (O, H) on tree species composition were determined using redundancy analysis (RDA) and cluster analysis. Most plots were situated in dry forest types (*Aegopodiosa*, *Oxalidosa*, *Hylocomiosa*) and drained types (*Mercurialiosa* mel. and *Oxalidosa* turf. mel). Tree species composition was characteristic of the typical Latvia ecotone from boreal to nemoral zones.

Stands were mostly mixed, with the canopy layer formed by penduculate oak (*Quercus robur* L.) often together with Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.), European aspen (*Populus tremula* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.). In several cases common ash (*Fraxinus excelsior* L.), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and small-leaved lime (*Tilia cordata* L.) were found in the canopy layer. The maximum age of oak in plots ranged from 79 to 418, and in 16 plots average age of oak was greater than 120.

Based on tree species composition in plots, several groups of plots were recognized by cluster analysis. The Ādaži plot (1st group) differed from other plots in having only birch and black alder (*Alnus glutinosa* L.) as companion species. In the 2nd group, spruce occurred under the upper oak canopy. The 3rd group was composed of plots with aspen and lime of different height and abundant Norway maples (*Acer platanoides* L.) the low height classes. Ash was a companion species in the 4th group of plots. A relationship between tree species in the understorey and canopy layers was found. Oak was present in all plots in the <1 m layer. The largest numbers of oak seedlings were found in plots where the number of trees with height above 10 m was low, suggesting preference for larger canopy gaps and better light conditions.

The results showed that the presence of companion species (spruce, ash and lime) was related to soil texture and depth to free carbonates. In sandy soils in which free carbonates are located in deep horizons, oak is usually found together with spruce in the tree layer, while ash is found on soils with greater clay content and shallower free carbonates. Lime is found on well-drained soils with a shallow free carbonate layer.

Spruce occurred as a companion species in 21 from 24 plots, as soils were appropriate for this species (loamy sand and loam). Thus, the soil conditions were suitable both for oak and spruce development. It is necessary to take into account the impact of soil conditions on tree species composition in planning forest management for nature conservation.

Key words: oak, spruce, ash, lime, soil physical and chemical characteristics.

•••

Икаунiece, С. ⁷, Брумелис, Г. ⁸, Каспаринскис, Р. ⁹, Никодемус, О. ⁹, Аматниiece, В. ⁹

Значение фактора почвы в формирование состава древостоя в дубовых лесах.

Резюме. Исследование влияния почвенного фактора на развитие состава древостоя проводилось в лесах различного типа на территории Латвии, с выраженным численным преимуществом дуба (*Quercus robur* L.) на первом ярусе древостоя. В рамках проекта анализировано взаимодействие гранулометрического состава почвы, рН_{KCl}, глубины свободных карбонатов, толщины слоя перегоя (гумуса – Ap, Ah), толщины лесной подстилки и состава древостоя. Результаты исследования показали, что присутствие сопутствующих видов (ель, ясень, липа) в дубовых древостоях преимущественно определяет гранулометрический состав почвы и глубина свободных карбонатов. Установлено, что если в древостое доминирует дуб и ель, состав почв содержит большое количество частиц песка, а свободные карбонаты размещаются более глубоко. В свою очередь дубово-ясеневые леса распространены на почвах, содержащих большое количество частиц глины, притом свободные карбонаты находятся ближе к поверхности земли. Для липово-дубовых лесов характерны хорошо дренированные песчаные почвы, с размещением свободных карбонатов на небольшой глубине.

Ключевые слова: дуб, ель, ясень, липа, физические и химические свойства почв.

⁷ Даугавпилский университет, Факультет природных наук и математики, ул. Виенибас 3, Даугавпилс, LV-5401, Латвия; эл. почта: sandra.ikauniece@daba.gov.lv

⁸ Латвийский университет, Факультет биологии, бульвар Кронвалда 4, Рига, LV-1586, Латвия

⁹ Латвийский университет, Факультет географии и земельных наук, бульвар Райня 19, Рига, LV-1586, Латвия

Ievads

Meža ekosistēmu attīstību, līdz ar to arī konkrētās sugas ģeogrāfisko izplatību, nosaka vides apstākļu komplekss. Augsnei šajā faktoru kompleksā ir galvenā nozīme meža ekosistēmu funkcionēšanas nodrošināšanā (Vanmechelen *et al.*, 1997). Augsnes īpašības, tajā skaitā ķīmiskais, minerālais un granulometriskais sastāvs, nosaka koku sugu potenciālo izplatību un kokaudžu attīstību (Kimmins, 1987; Vanmechelen *et al.*, 1997). Augsne tieši ietekmē arī veģetācijas tipu un sugu daudzveidību, bet pastarpināti – arī ekosistēmas apgaismojumu un mikroklimatu (Härdle, 2003). Arī pētījumi Latvijā liecina, ka mežu tipu izplatība ir cieši saistīta ar augšņu fizikāli ķīmiskajām īpašībām, kuras savukārt nosaka ģeoloģisko nogulumu ģenēze un sastāvs (Kasparinskis, Nikodemus, 2012). Meža monitoringa ietvaros veiktajā izpētē konstatēts, ka augsnes reakcija, granulometriskais sastāvs un slāpekļa daudzums nedzīvās zemsegas horizontā, kā arī kūdras un augsnes minerālajos horizontos dažādos Latvijas meža tipos un dažādu koku sugu sastāva mežaudzēs ir atšķirīgs (Bārdale u.c., 2009).

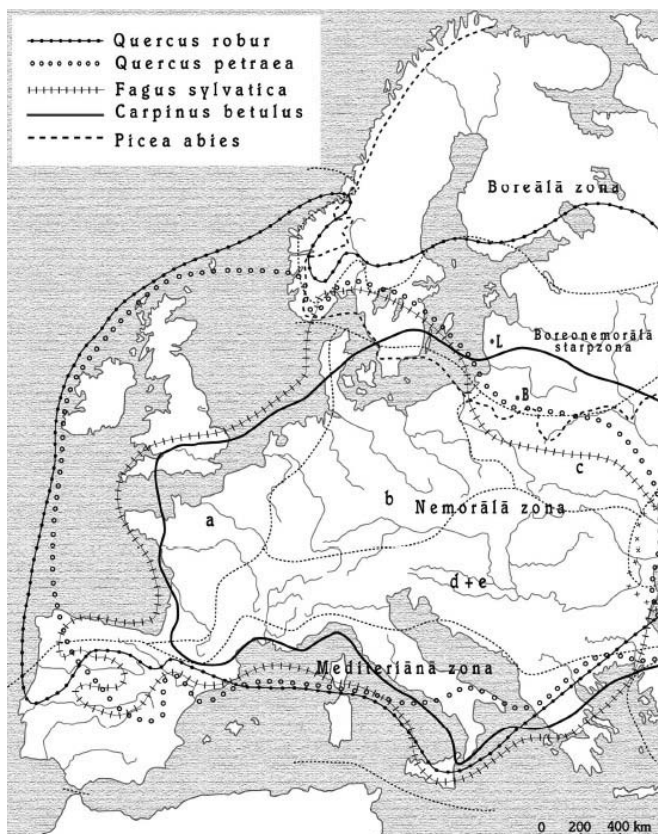
Jāatzīmē, ka, lai arī Latvijā meži aizņem 54,7 % no valsts teritorijas (Latvijas statistika, 2010), kopumā relatīvi maz ir pētīta augšņu un mežaudžu savstarpējā mijiedarbība. Klimata izmaiņu kontekstā sevišķi svarīgi ir izzināt konkrētu augu un biotopu izplatības likumsakarības to sastopamības areāla robežās, kā arī kokaudžu un augsnes savstarpējo mijiedarbību pārejas zonā no viena bioma otrā. Iepriekš minētais liecina par šādu pētījumu aktualitāti Latvijā,

kas atrodas pārejas zonā jeb ekotonā starp nemorālo un boreālo zonu – boreonemorālajā starpzonā (1. attēls) (Sjōrs, 1963; Ozenda, 1994; Krauklis, Zariņa, 2002), kur ozolu audzes atrodas tuvu savas ģeogrāfiskās izplatības areāla ziemeļu robežai. Latvijas mežos 2012. gadā pēc Valsts meža dienesta datiem (nepubl. dati 2012) platlapji (ozoli, oši, gobas, vīksnas, liepas, kļavas, skābarži un dižskābarži), kā valdošā koku suga, aizņēma 29,2 tūkst. ha, sastādot 1,02 % no kopējās mežaudžu platības.

Tiek uzskatīts, ka ekoloģiskā ziņā parastais ozols (*Quercus robur* L.) ir mērenā klimata suga, un tā augšanai labvēlīgi apstākļi ir bāziskas, mitras un relatīvi smaga granulometriskā sastāva augsnes, kas bagātas ar minerālvielām (Jones, 1945). Parastajam ozolam dabiskajās audzēs raksturīga ievērojama tolerance pret augsnes piesātinātību ar ūdeni (plūdu laikā), un tas veido audzes arī mitrās ieplakās, gar upēm un pārplūstošos līdzenumos. Lielo upju ielejās ozoli sastopami kopā ar gobu (*Ulmus glabra* Huds.), vīksnu (*Ulmus laevis* Pall.), osi (*Fraxinus excelsior* L.), kļavu (*Acer platanoides* L.), bet Eiropas centrālajā daļā – arī kopā ar skābardi (*Carpinus betulus* L.) un lauku kļavu (*Acer campestre* L.) (Johanson *et al.*, 2002). Ozoli aug arī nabadzīgās augsnēs (Krauklis, Zariņa, 2002). Ozols, tāpat kā parastā priede (*Pinus sylvestris* L.) un apse (*Populus tremula* L.), vērtējams kā tipiska agrīnās sukcesijas suga, kura pēc traucējumiem sekmīgi var ieviesties teritorijās ar dažādiem augšanas apstākļiem, kas norāda uz ozola plašo ekoloģisko valenci (Lawesson, 2002). Vienlaikus atzīmējams, ka Latvijā līdz šim relatīvi maz ir pētīta abiotisko faktoru nozīme dabiski

1. attēls. Eiropas nemorālās zonas apgabali un platlapju koku sugu izplatība (pēc: Krauklis, Zariņa, 2002; Ozenda, 1994)
(Nemorālās zonas apgabali:
a – atlantiskais;
b – Centrāleiropa;
c – sarmātiskais;
d – termoneморālais;
e – alpinais).

Figure 1. Nemoral zone regions in Europe and distribution of nemoral tree species (modified from: Krauklis, Zariņa, 2002; Ozenda, 1994).
(Nemoral zone regions:
a – atlantic; b – Central Europe;
c – sarmatic; d – thermo-nemoral;
e – alpine).



izveidojušos ozolu audžu izplatībā, sugu sastāva veidošanā, lielāku uzmanību pievēršot šo audžu augu sabiedrību aprakstišanai un stādījumu ierīkošanai. Daļēji tas skaidrojams ar to, ka platlapju meži Latvijā pēdējo 100-150 gadu laikā ir aizņēmuši procentuāli nelielas teritorijas, un to nozīme tautsaimniecībā bijusi daudz mazāka nekā citām koku sugām. Pagājušā gadsimta piecdesmito gadu vidū, līdzīgi kā citās Padomju Savienības republikās, arī Latvijas ozolu audzēs veikti atsevišķi specifiski pētījumi, piemēram, pētīts ozolu plaukšanas laiks un tā ietekme uz augstuma un caurmēra pieaugumiem

(Lange, 1956). Turpmākajos gados Latvijā galvenokārt pētīta ozolu augšanas gaita un platlapju mežu fitosocioloģija, nedaudz pievēršoties to pavadoņsugām (liepa, goba, kļava) un izstrādājot ieteikumus kopšanas ciršu veikšanai (Sakss, 1969). Pagājušā gadsimta 80. gados aizsākās platlapju mežu augu sabiedrību pētījumi, aprakstot Latvijas ezeru salu ozolu un liepu mežu sabiedrības (Laiviņš, 1986). Pilskalnu veģetācijas izpētē definētas jaunas asociācijas un pievērsta uzmanība kserotermofitajām ozolu mežu sabiedrībām (Jermacāne, Laiviņš, 2000; Jurāne 2004; Laiviņš, Kreile, 2006). Alūk-

snēs augstienes reto meža augu sabiedrību analīzes ietvaros aprakstītas Kaļķu gāršas ozolu mežu sabiedrības (Laiviņš, Mangele, 2005). Apkopojot šo pētījumu rezultātus, M. Laiviņš (2005) definējis, ka Latvijā pētītie platlapju meži atbilst Eiropas vasarājo platlapju *Quercus-Fagetum* veģetācijas klasei. Pateicoties Latvijas ģeogrāfiskajam izvietojumam ozolu izplatības areāla ziemeļu un ziemeļaustrumu daļā, audzēs nav sastopamas vairākas Viduseiropas ozolu mežiem īpaši raksturīgas pavadoņsugas – dižskābardis (*Fagus sylvatica* L.) un skābardis (*Carpinus betulus* L.). Zinātniskajās publikācijās izteikts arī viedoklis, ka dabiskās sukcesijas gaitā Latvijā ozolus nomaina citas koku sugas, jo apēnojumā tie nespēj atjaunoties (Laiviņš, Mangele, 2005; Brūmelis *et al.*, 2011; Ikauniece, Brūmelis, 2011).

Informācija par augsnes faktoru nozīmi ozolu audžu attīstībā un dabiskajā atjaunošanā ir sevišķi aktuāla, izvērtējot klimata izmaiņu ietekmi uz Latvijas mežiem un izstrādājot priekšlikumus mežaudžu atjaunošanai pēc mežizstrādes, kā arī plānojot dabas aizsardzības pasākumus bioloģiski daudzveidīgās un vērtīgās platlapju mežaudzēs. Publikācijas mērķis ir parādīt savstarpējās sakarības, kādas pastāv starp ozolu audzēm un šo augtņu augsnēm.

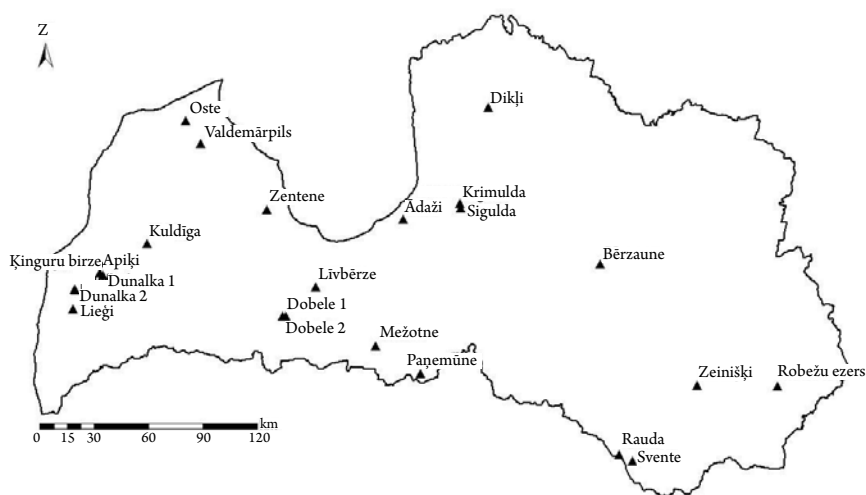
Pētījuma materiāls un metodes

Teritorijas raksturojums un parauglaukumu izvēle

Latvijas teritorija atrodas pārejas zonā starp Eirāzijas kontinentālo klimatu un Rietumeiropas okeānisko klimatu (Draveniece, 2006), vidējā gaisa temperatūra ir

+6,1°C, absolūtais temperatūras maksimums +36,4°C un absolūtais temperatūras minimums –43,2°C. Vidējais nokrišņu daudzums – 703 mm gadā: lielākais daudzums izkrit siltajā periodā (Kļaviņš *u.c.*, 2008). Klimata kontinentalitātes palielināšanās virzienā no rietumiem uz austrumiem ir viens no galvenajiem faktoriem, kas nosaka parastā ozola sastopamības samazināšanos, attālinoties no Baltijas jūras (Krampis, 2010). Ozolu audžu izplatībai nozīmīgi ir arī augsnes faktori; smilts augsnes cilmiezis nosaka ozola reto sastopamību Piejūras zemienes un Austrumvidzemes ainavzemēs (Krampis, 2010).

Ozolu audzes pētījumam izraudzītas no Valsts meža dienesta Meža valsts reģistra. Izvēles kritēriji bija šādi: ozolu dominante audzē vismaz 40 % apmērā no krājas, t.i., audzes sastāva formulā cipars – 4; audzes vecākas par 100 gadiem un to (nogabala) lielums vismaz 2 ha. Atlase veikta visā valsts teritorijā (2. attēls) vietās, kas raksturo dažādus Latvijas dabas rajonus un augsnes apstākļus. Pēc audžu apsekošanas dabā no turpmākās izpētes izslēgtas tās, kuras atradās gravās un upju ieleju nogāzēs, ar nolūku novērst mikroklimata un specifisko augšanas apstākļu ietekmi. Izslēgtas arī audzes, kas acīmredzami veidojušās bijušo muižas parku platībās. Galvenie atlases nosacījumi – dabiska audžu struktūra, saimnieciskās darbības neesamība pēdējos gadu desmitos, kā arī atbilstība dabiska meža biotopa kvalitātes prasībām (Ek *et al.*, 2002). Piemērotas ozolu audzes atsevišķos Latvijas novados netika atrastas (Valkas, Rūjienas, Smiltenes, Jēkabpils un Aizkraukles apkārtnē).



2. attēls. Pētīto ozolu audžu parauglaukumu izvietojums.

Figure 2. Location of plots in studied oak stands in Latvia.

Lauka pētījumi un augšņu analīzes metodes

Lauka darbos veikta izraudzīto teritoriju apsekošana, un katrā ozolu audzē tika ierīkots parauglaukums 0,1 ha platībā (20 × 50 m) (kopā 24 parauglaukumi). Lai novērstu malas efekta ietekmi, parauglaukumi izvietoti audzes centrā, ņemot vērā nosacījumu, ka šai vietai, vizuāli vērtējot, jābūt tipiskai un audzi raksturojošai, kas reprezentētu veģetācijas un mežaudzes sastāvu.

Katrā parauglaukumā noteiktas mežaudzē valdošās koku sugas. Meža tipu noteikšanā par pamatu ņemti meža inventarizācijas dati, izmantojot Latvijas mežu tipoloģiju (Bušs, 1981). Visiem kokiem, kam diametrs lielāks par 10 cm, 1,3 m augstumā izmērīts caurmērs un noteikts augstums, izmantojot firmas “Roland Bloeck” Blūma-Leisa augstummēru. Savukārt

caurmēra noteikšanai izmantota speciāla mērlenta. Koki, diametrā mazāki par 10 cm, uzskaitīti atsevišķi. Caurmēra mērījumi vēlāk izmantoti vecuma korekcijai.

Koku vecuma noskaidrošanai izmantoti koksnes paraugi, kas iegūti ar Preslera pieauguma svārpstu, veicot kokā urbumus 1,0 m augstumā.

Laboratorijā katrs koksnes paraugs ielīmēts iepriekš sagatavotā frēzētā dēlītī, pēc tam tie slīpēti ar dažāda raupjuma smilšpapīru. Paraugu mērīšanai pielietota datorprogramma *Lignovision v.1.36* (Rinn-Tech, 2002); gadskārtu robežas noteiktas manuāli. Analīzē izmantoti gadskārtu kopējie platumi, atsevišķi neizdalot vēlīno un agrīno koksni.

Konstatējot koksnes paraugam defektus – novirzes urbja kustībā, instrumentam nesasniedzot koka serdi, veikta vecuma ko-

reakcija, balstoties uz aprēķināto attālumu līdz serdei un vidējo pēdējo desmit gadu gadskārtu platumu.

Katrā parauglaukuma centrā izrakta profilbedre, un augsne aprakstīta, atbilstoši Latvijas (Kārklīšs, 2008; Kārklīšs u. c., 2009) un starptautiskajai FAO WRB augšņu klasifikācijai (IUSS Working Group WRB, 2007), kā arī noteikts augsnes slāņu granulometriskais sastāvs, krāsa, pH_{KCl} un, izmantojot 10 % HCl šķīdumu, brīvo karbonātu atrašanās dziļums. No augšņu profilu ģenētiskajiem horizontiem vai arī augsnes slāņa, mainoties augsnes granulometriskajam sastāvam, 3 atkārtojumos ievākti augsnes paraugi.

Augsnes paraugu sagatavošana un to fizikālās un ķīmiskās analīzes veiktas, atbilstoši FSCC (*Forest Soil Co-Ordinating Centre*) (2006) metodēm, Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes augšņu laboratorijā. Pirms tam augšņu paraugi izžāvēti līdz gaissausam stāvoklim. Pēc tam minerālie paraugi izsijāti caur 2 mm sietu, bet organiskais materiāls – caur 4 mm sietu. Pēc paraugu sagatavošanas analīzēm, noteikts augšņu granulometriskais sastāvs un pH_{KCl} .

Augsnes granulometriskā sastāva noskaidrošanai augsnes paraugi apstrādāti ar 0.1M NaOH šķīdumu, savukārt granulometriskais sastāvs noteikts, pielietojot pipetēšanas metodi (Van Reeuwijk, 1995). Balstoties uz USDA augsnes granulometriskā sastāva iedalījumu, frakcija – ar daļiņu lielumu no 0,063 līdz 2,0 mm – klasificēta kā smilts; daļiņas no 0,002 līdz 0,063 mm – kā putekļi, bet smalkākās daļiņas, kas mazākas par 0,002 mm – kā māls (FSCC, 2006). Gra-

nulometriskā sastāva grupa noteikta, izmantojot nomogrammu (Kārklīšs u. c., 2008). Augsnes pH noteikts ar stikla elektrodu 1M KCl šķīdumā (masas/tilpuma attiecība 1 : 5).

Datu statistiskā analīze

Audzēs kokaugi iedalīti 2 augstuma grupās: $\leq 10,0$ m un > 10 m. Abās grupās uzskaitīti visi koki. Datu statistiskā apstrāde pēc to logaritmiskās transformācijas veikta, pielietojot daudzfaktoru analīzi. Divvirziena klastera analīzei izmantots Sorensona atšķirīguma indekss un "tālākā kaimiņa" (*"furthest neighbour"*) metode. Sakarību skaidrošanai starp augsnes faktoriem un kokaudzes sastāvu, pielietota RDA (*"redundancy analysis"*) ordinācijas metode, koku sastāvu tādējādi maksimāli piesaistot augsnes faktoriem. Analīzē izmantoti šādi augsni raksturojoši parametri: karbonātu dziļums, organisko horizontu (O + H) biezums, ar humusu bagāto minerālo horizontu (Ah) biezums, virsējo un dziļāko minerālo horizontu māla, putekļu un smilšu frakciju procentuālais daudzums, kā arī augsnes reakcija. Nejaušu sakarību izslēgšanai datu statistiskajā analīzē netika izmantotas koku sugas, kas sastopamas mazāk nekā trīs parauglaukumos. Augsnes faktora vērtības relativizētas pēc fiksētā maksimuma, lai nodrošinātu to līdzvērtīgumu veiktajā analīzē. Daudzfaktoru metožu analīzei pielietotas PCORD (klastera analīze) un CANOCO (RDA) datorprogrammas.

Rezultāti

Lielākā daļa pētīto ozolu audžu atbilst sausieņu meža augšanas apstākļu tipiem –

gāršai (*Aegopodiosa*; 9 parauglaukumi) un vērīm (*Oxalidosa*; 11 parauglaukumi). Vienā parauglaukumā konstatēts platlapju kūdreinis (*Mercurialiosa* mel.) un vienā – damaksnis (*Hylocomiosa*), bet divos parauglaukumos – platlapju ārenis (*Oxalidosa* turf. mel.). Detāls vietas apraksts, kā arī augsnes veida precizēšana lauka darbos, rāda, ka mežierīcības dati ne vienmēr precīzi ataino konkrēto situāciju, tādēļ 1. tabulā, iekavās, uzrādīti arī dabā precizētie meža tipi.

Ozolu maksimālais vecums mežaudzēs ir robežās no 79 (Oste) līdz pat 418 (Dunalka) gadiem. Ozolu vidējais vecums 16 parauglaukumos ir lielāks par 120 gadiem, t.sk. 5 parauglaukumos – lielāks par 200 gadiem. Izteiktākā vecuma starpība starp maksimālo un vidējo vecumu konstatēta Dunalkas (97 gadi), Siguldas (87 gadi), Valdemārpils (62 gadi) un Umurgas (60 gadi) parauglaukumā. Pārējo koku sugu vecumi šajā rakstā netiek apskatīti.

Ozolu audzes, atbilstoši Latvijas augšņu klasifikācijai (Kārklīņš *et al.*, 2009), sastopamas ļoti dažādos augsnes tipos un apakštipos. Salīdzinoši maz ir parauglaukumu, kur ozolu mežaudzes aug velēnu karbonātaugsnēs (Rauda un Robežu ezers). Zentenē un Apriķos konstatētas reliktkarbonātiskās brūnaugsnes. Liela daļa (9 parauglaukumos) ozolu audžu aug velēnu podzolaugsnēs, kas veidojušās uz granulometriskā sastāva ziņā ļoti atšķirīgiem cilmiežiem (smilts, mālsmilts), bet atsevišķos gadījumos arī uz divdaļīgiem cilmiežiem, kur granulometriskais sastāvs virskārtā ir relatīvi vieglāks nekā apakškārtā. Smagāka granulometriskā sastāva cilmieži (smilšmāls,

putekļains smilšmāls, putekļi, viegls putekļu māls, smags putekļu māls) noteikuši, ka te ozolu audzes aug virsēji velēnglejtās un velēnpodzolētās virsēji glejtās augsnēs. Augsnes, kur notikusi virsējo ūdeņu izraisīta glejotāšanās, konstatētas 9 parauglaukumos. Vienā parauglaukumā (Panemūne) mistrota ozola un bērza audze aug zemā purva gleja trūdaini kūdrainās augsnēs, kur kūdras slāņa biezums sasniedz 42 cm. Mežotnē ozolu audze attīstījies kultūraugsnē, kur trūdvielu akumulācijas horizonta biezums sasniedz 57 cm. Arī Ostē augsnes profilā bija skaidri redzamas cilvēka saimnieciskās darbības pēdas, kas šajā gadījumā, visticamāk, liecina par kādreizējo līduma zemkopību.

Brīvie karbonāti pētītajos augsnes parauglaukumos atradās dažādos dziļumos. Vistuvāk zemes virsmai, tas ir 39 cm dziļumā, konstatēti brīvie karbonāti Robežu ezera parauglaukumā, kur kokaudzi veido ozoli un apses. Pētītajās mežaudzēs, neņemot vērā parauglaukumus, kur CaCO_3 atradās dziļāk par 200 cm (Sigulda, Ādaži, Oste), brīvie karbonāti konstatēti vidēji 97 cm dziļumā. Tas rāda, ka kopumā brīvie karbonāti ozolu audzēs ne vienmēr atrodas tuvu augsnes virskārtai. Brīvo karbonātu dziļums ietekmē arī augsnes reakciju. Pētītajos parauglaukumos augsnes minerālās virskārtas pH_{KCl} mainījās robežās no 4,0 līdz 7,0 un, analizējot iegūtos datus kopumā, secināms, ka augsnes minerālā virskārta ir skāba. Augsnes cilmieža reakcija ir neitrāla vai vāji bāziska. Tomēr atsevišķos gadījumos, pat ļoti lielos dziļumos, augsnes reakcija ir skāba, kas raksturīgs tiem parauglaukumiem, kur brīvie karbonāti atrodas dziļāk par 150 cm (1. tabula).

Kokaugu sastāvs pētītajos paraug-

1. tabula / Table 1

Galvenie mežaudzes un augsni raksturojošie parametri
Main characteristics of stands and soil profiles

Nr. No	Parauglaukums Sample plot	Ca- CO ₃ dziļums, cm Depth of CaCO ₃ , cm	Augšne Soil		Augšnes pH _{KCl} Soil pH _{KCl}		Audzes sastāva formula Stand composition	Meža tips Forest type	Ozolu vecums, gadi Oak age, yrs.	
			Tips Type	Granulom. sastāvs (V.m.h./ BC, C hor.) Texture (V.m.h./ BC, C hor.)	Virsm. miner. horiz. Above mix. horiz.	BC/C horiz. Horiz. BC/C			Maks. Max.	Vid. Average
1.	Ādaži	>200	PGv	s.mS/S	4,30	4,80	7Oz1P1M1B	As(Ap)	211	163
2.	Apriķi	66	BRk	p.sM/p.sM	4,00	8,00	6Oz2P1E1B	Dm	166	133
3.	Bērzaune	124	PGu	s.mS/sM	4,40	7,80	8Oz2A	Vr	120	102
4.	Dikļi	162	PVv	S/p.sM	4,60	4,80	8Oz2E	Vr	199	177
5.	Dobele 1	95	PVv	s.mS/sM	5,20	7,90	5Oz2E 1B1A1Os	Vr	189	157
6.	Dobele 2	73	GLu	p.sM/v.p.M	5,00	7,90	8Oz1A1Os	Gr	110	100
7.	Dunalka1	73	PGu	P/p.sM	4,40	7,70	7Oz2B1E	Gr	418	321
8.	Dunalka2	88	PGu	s.mS/sM	5,10	7,70	7Oz1B1E1Os	Gr	297	273
9.	Ķinguru birze	130	GLu	p.sM/sM	4,30	7,90	5Oz2A2E1B	Vr	172	141
10.	Krimulda	110	PVv	s.mS/S	4,80	7,70	5Oz2E2B1P	Gr(Vr)	194	188
11.	Kuldīga	130	PGg	mS/v.M	4,30	7,80	4Oz3B3E	Vr	215	194
12.	Lieģi	62	GLu	p.sM/v.p.M	4,30	7,90	5Oz4P1A	Vr	113	104
13.	Livbērze	66	GLu	p.sM/v.p.M	7,40	8,00	9Oz1Os	Ap	191	157
14.	Mežotne	67	ANt	s.mS/p.sM	7,00	8,00	9Oz1A	Gr	240	228
15.	Oste	>230	PVv	mS/S	4,10	5,00	6Oz2B2A	Vr	79	64
16.	Panemūne	90	TZa	p.sM/p.sM	4,20	7,90	5Oz5B	Vrs(KP)	103	96
17.	Rauda	60	VKl	p.sM/p.sM	4,50	7,80	7Oz3A	Gr	196	163
18.	Robežu ezers	39	VKl	P/v.p.M	5,10	7,80	9Oz1A	Gr	213	201
19.	Sigulda	>200	PVv	mS/mS	4,50	4,80	4Oz3E2B1A	Vr	208	121
20.	Svente	68	PVv	s.mS/p.sM	4,50	7,80	7Oz1E1B1A	Vr	92	85
21.	Valdemārpils	160	PGu	s.mS/sM	4,50	4,40	4Oz2B 2Os1A1L	Gr	173	106
22.	Zeinišķi	66	PGu	s.mS/ s.mS	4,40	7,90	8Oz2A	Gr	186	147
23.	Zentene	58	BRk	p.sM/v.p.M	5,80	7,80	7Oz3E	Vr(Gr)	268	228
24.	Umurga	180	PVv	s.mS/ s.mS	4,40	6,00	7Oz3E	Vr	184	124

1. tabula (turpinājums) / Table 1 (continued)

Apzīmējumi / Legend:

Meža tipi: Dm – damaksnis, Vr – vēris, Gr – gārša, Vrs – slapjais vēris, Ap – platlapju ārenis, Kp – platlapju kūdrēnis. Iekavās norādīts parauglaukumā precizētais meža tips.

Augsnes tips: VKl – izskalotā velēnu karbonātaugsne, BRk – reliktkarbonātiskā brūnaugsne, PVv – velēnu podzolaugsne, ANt – kultūraugsne, GLu – virsēji velēnglejotā augsne, PGv – velēnpodzolētā glejaugsne, PGg – velēnpodzolētā glejotā augsne, PGu – velēnpodzolētā virsēji glejotā augsne, TZa – zemā purva gleja trūdaini kūdrainā augsne.

Augsnes granulometriskais sastāvs: S – smilts, mS – mālsmilts, s.mS – smaga mālsmilts, sM – smilšmāls, p.sM – puteklains smilšmāls, P – putekļi, v.p.M – viegls putekļu māls, s.p.M. – smags putekļu māls.

Forest types: Dm – *Hylocomiosa*, Vr – *Oxalidosa*, Gr – *Aegopodiosa*, Vrs – *Myrtillosa-polytrichosa*, Ap – *Mercurialiosa mel.*, Kp – *Oxalidosa turf.* Mel. Site type defined in the field is given in brackets.

Soil types: VKl – leached sod-calcareous soil, BRk – brown soil with residual carbonates, PVv – sod podzolic soil, ANt – strongly altered by cultivation soil, GLu – sod-stagnogley soil, PGv – sod-podzolic gley soil, PGg – gleyic sod-podzolic soil, PGu – stagnogley sod-podzolic soil, TZa – fen peat mucky-humus gley soil.

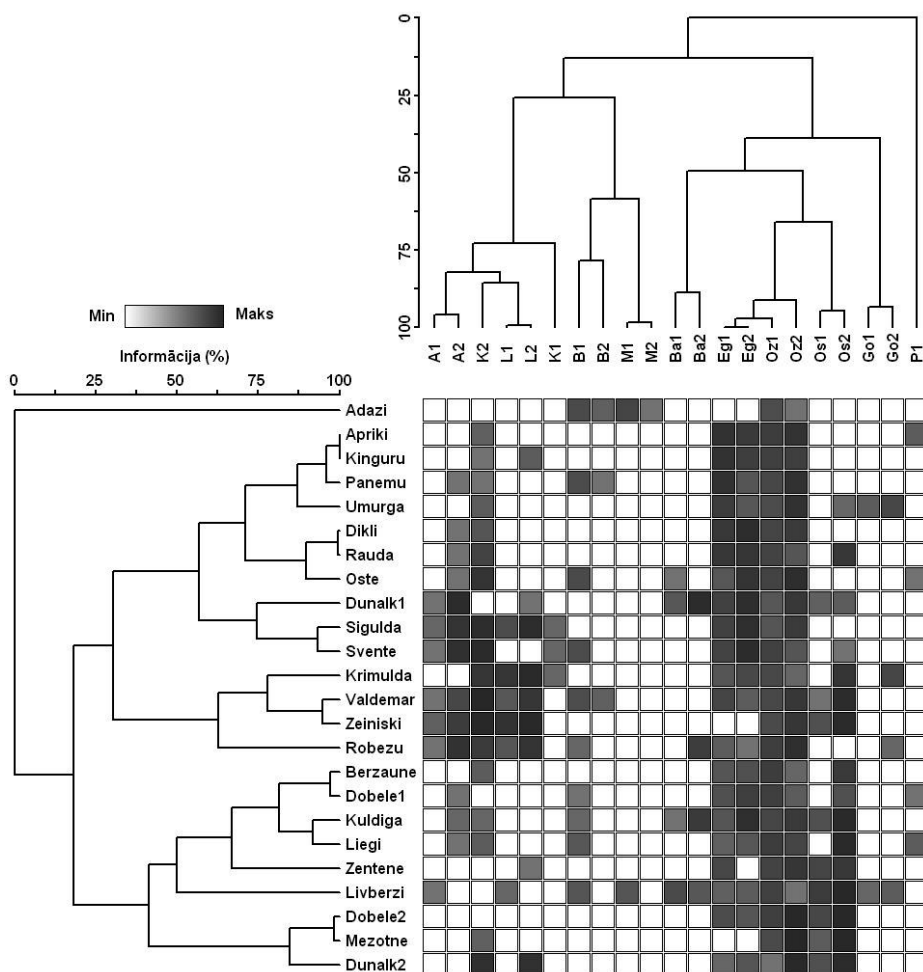
Soil textures: S – sand, mS – loamy sand, s.mS – sandy loam, sM – loam, p.sM – silt loam, P – silt, v.p.M – silty clay loam, s.p.M. – silty clay.

laukumos ilustrē Latvijai raksturīgo ģeogrāfisko izvietojumu, ekotonu pārejai no nemorālās uz boreālo zonu. Pētītajos parauglaukumos pārsvarā sastopamas mistrāudzes, kur kokaudzes pirmo stāvu veido ozoli (*Quercus robur* L.), galvenokārt kopā ar egli (*Picea abies* (L.) H. Karst.), apsi (*Populus tremula* L.) un bērzu (*Betula pendula* Roth.), bet atsevišķos gadījumos – ar osi (*Fraxinus excelsior* L.), priedi (*Pinus sylvestris* L.) un liepu (*Tilia cordata* L.) (1. tabula). Kopumā konstatētas 11 koku sugas (3. attēls). Visu parauglaukumupaaugā, līdz 10 m augstumam, sastopami ozoli. Šajā koku augstuma grupā gandrīz visos parauglaukumos ir pārstāvēta egļu, izņemot Mežotni, Zeinišķus un Ādažus.

Kokaudzes statistiskās analīzes rezultātā, pielietojot klasteru analīzes metodi un vērtējot audzi kopumā (t.sk. arī paaugu līdz 1 m augstumam un no 1 m līdz 10 m augstumam) (3. attēls), parauglaukumi pēc koku sugu sastāva nodalīti vairākās grupās. Ādažu parauglaukums (1. grupa) atšķiras no pārējiem ar to, ka te ozola pavadoņsugas ir

tikai melnalksnis un bērzs. Otrajā grupā kā pavadoņsuga ozolam ir egļu, kas mežaudzē telpiski izvietojusies zem ozola vainaga. Trešo grupu veido parauglaukumi, kur sastopamas dažāda augstuma apses un liepas, kā arī zemākajā augstuma grupā ir daudz kļavu. Ceturtās grupas parauglaukumos galvenā ozolu pavadoņsuga ir osis. Pavadoņsugu paaugas sastāvā vērojama saistība ar kokaudzes sugu sastāvu. Liepu, ošu un egļu paauga parasti izveidojusies tur, kur šīs sugas ir pirmajā vai otrajā stāvā (2. tabula). Piemēram, liepas Robežu ezera, Siguldas, Zeinišķu, Salenieku parauglaukumos ir gan paaugā līdz 10 m, gan koku stāvā no 10 līdz 20 m augstumam un virs 20 m. Tas liecina, ka apstākļi un apgaismojums liepas attīstībai ir pietiekami, un tā veido paaugu, kas pakāpeniski var attīstīties par valdaudzi. Līdzīga paaugas saistība ar mežaudzes koku sugu sastāvu novērota eglei un osim, piemēram, Dikļu un Raunas parauglaukumos.

RDA analīzē ordinācijas pirmās ass saistīta ar karbonātu dziļumu un



3. attēls. Pēc koku sugu sastāva klasificētās ozolu audzes.

Eg – egle *Picea abies*, Oz – parastais ozols *Quercus robur*, Os – parastais osis *Fraxinus excelsior*, L – parastā liepa *Tilia cordata*, K – parastā kļava *Acer platanoides*, Go – parastā goba *Ulmus glabra*, Ma – melnalksnis *Alnus glutinosa*, B – āra bērzs *Betula pendula*, A – parastā apse *Populus tremula*, Ba – baltalksnis *Alnus incana*.

Cipars pie koka sugas apzīmē augstuma klasi: 1 – ≤10,0 m, 2 – >10 m.

Ar pelēku toni iezīmēts koku skaits; no minimālas (Min) līdz maksimuma (Maks) vērtībām.

Figure 3. Oak stand grouped by tree species composition.

Eg – Norway spruce *Picea abies*, Oz – pedunculate oak *Quercus robur*, Os – European ash *Fraxinus excelsior*, L – lime *Tilia cordata*, K – Norway maple *Acer platanoides*, Go – Wych elm *Ulmus glabra*, Ma – black alder *Alnus glutinosa*, B – silver birch *Betula pendula*, A – European aspen *Populus tremula*, Ba – grey alder *Alnus incana*.

The number beside the species code refers to the height class: 1 – ≤10.0 m, 2 – >10 m.

Shading indicates number of trees from minimum (Min) to maximum (Maks) values.

2. tabula / Table 2

Egļu, ošu, ozolu un liepu paauga mežaudzē saistībā ar kokaudzes pirmā un otrā stāva sastāvu
Spruce, ash, oak and lime in the forest understorey and canopy layers

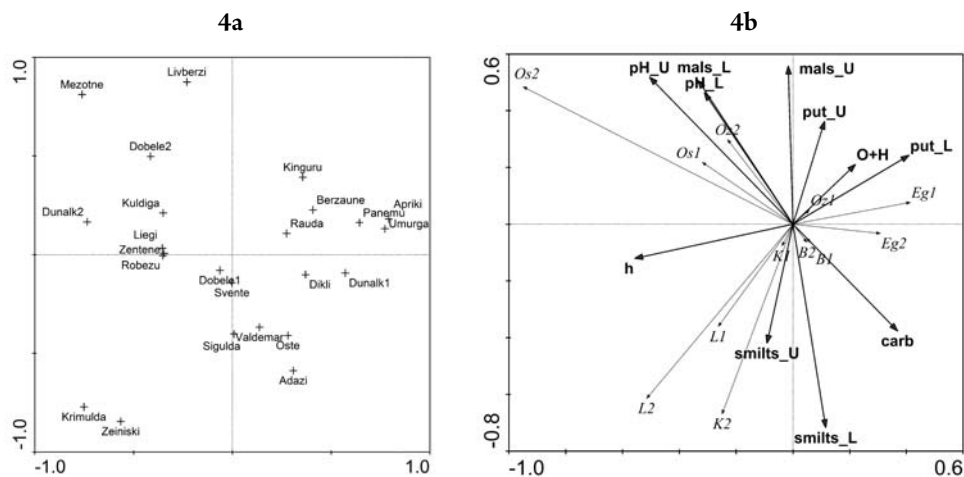
Parauglaukums Sample plot	Paauga (līdz 10 m) Advance growth (up to 10 m)				Kokaudzes otrais stāvs (10-20 m) Stand understorey (10-20 m)				Kokaudzes pirmais stāvs (virs 20 m) Stand overstorey (above 20 m)			
	E	Os	Oz	L	E	Os	Oz	L	E	Os	Oz	L
Ādaži			×				×					
Apriķi	×		×		×		×		×			
Bērzaune	×	×	×		×		×		×			
Dikļi	×		×		×		×		×			
Dobele 1	×	×	×		×		×					
Dobele 2	×	×	×		×	×	×		×	×		
Dunalka 1	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	
Dunalka 2	×	×	×	×		×	×				×	
Ķinguru birze	×		×	×	×		×		×		×	
Krimulda	×	×	×	×	×		×	×	×			×
Kuldīga	×	×	×		×	×	×		×	×		
Lieģi	×	×	×		×		×		×		×	
Livbērze	×	×	×		×		×		×	×		×
Mezotne		×	×			×	×					
Oste 1	×		×		×		×		×		×	
Panemune	×		×		×		×		×			
Rauda	×	×	×		×		×		×			
Rauna	×	×	×		×	×	×		×	×		
Robežu ezers	×		×	×	×		×	×	×			×
Sigulda	×		×	×	×		×	×	×		×	×
Svente	×	×	×		×		×		×			
Valdemārpils	×	×	×	×	×	×	×		×			×
Zeinišķi		×	×	×		×	×	×				×
Zentene		×	×	×	×		×		×		×	
Audile	×	×	×		×	×	×		×	×		
Barkava	×	×	×				×		×		×	
Lubāna		×	×	×			×			×	×	
Salenieki		×	×	×			×				×	×

Apzīmējumi / Legend:

× – sastopamība / occurrence;

E – egļu *Picea abies* / Norway spruce, Os – parastais osis *Fraxinus excelsior* / European ash,

Oz – parastais ozols *Quercus robur* / pedunculate oak, L – parastā liepa *Tilia cordata* / lime.



4. attēls. RDA ordinācija: a – parauglaukuma ordinācija, b – kokaugu sugu ordinācija saistībā ar augsnes faktoriem.

ph_U – pH virsējā minerālā horizontā; pl_L – pH cilmiezim; mals_L – māla daļiņu saturs (%) cilmiezī; mals_U – māla daļiņu saturs (%) virsējā minerālajā horizontā; put_U – putekļu daļiņu saturs (%) virsējā minerālajā horizontā; put_L – putekļu daļiņu saturs (%) cilmiezī; smilts_U – smilts daļiņu saturs (%) virsējā minerālajā horizontā, smilts_L – smilts daļiņu saturs (%) cilmiezī, O + H – kopējais O un H horizonta biezums; h – trūdvielu akumulācijas horizonta biezums (Ah, Ap, AhB), carb – brīvo karbonātu dziļums).

Figure 4. RDA ordination: 4a – ordination of plots, b – biplot of tree species and soil factors.

ph_U – pH in the upper mineral horizon; pl_L – pH of the parent material horizon; mals_L – clay particles content (%) in parent material; mals_U – clay particles content (%) in upper mineral horizon; put_U – silt particles content (%) in upper mineral horizon; put_L – silt particles content (%) in parent material; smilts_U – sand particles content (%) in upper mineral horizon, smilts_L – sand particles content (%) in parent material, O + H – depth of O + H horizons; h – depth of humus accumulation horizon (Ah, Ap, AhB), carb – depth of free carbonates.

organiskās izcelsmes horizonta biezumu (4.a un 4.b attēls). Ordinācijas grafika labajā pusē izvietojas parauglaukumi ar biezāku O + H horizontu un kur brīvie karbonāti atrodas dziļāk. Saskaņā ar klasteranalīzi šie parauglaukumi atbilst 2. grupai, kur ozola pavadoņsugas ir egle, piemēram, Ķinguru, Raudas, Panemūnes parauglaukumi. Ordinācijas grafika kreisajā pusē izdalītajos parauglaukumos raksturīgs biezāks un ar humusvielām bagāts trūdvielu akumulācijas (Ah, Ap) horizonts. Parauglaukumos ar

biezāku trūdvielu akumulācijas slāni, vāji bāziskās augsnēs ozola pavadoņsuga vairumā gadījumu ir osis, piemēram, Livbērzē.

Relatīvi jauno ozolu – līdz 10 m augstumam – izplatība raksturīga augsnēs ar augstāku pH_{KCl} rādītāju augsnes minerālajā virskārtā.

Jaunie ozolu sējeņi līdz 1 m augstumam sastopami visās audzēs, izņemot Ādažus. Lielākā skaitā tie konstatēti audzēs, kur parauglaukumā ir mazs koku skaits, kuru augstums ir virs 10 m, kas liecina

par plašākiem atvērumiem un labiem apgaismojuma apstākļiem (Dunalka 2, Mežotne), bet tajā pašā laikā parauglaukumā Dobeles 2 salīdzinoši liels ir koku skaits, kuru augstums ir virs 20 m un arī liels ozola sējeņu skaits.

Skābākās augsnes, ar lielāku smilšu frakcijas daudzumu, ozola pavadoņsuga ir liepa (piemēram, Siguldā, Zeinišķos un Valdemārpili).

Diskusija

Lai gan Latvijā ozolu audzes galvenokārt sastopamas barības vielām bagātos eitrofos augšanas apstākļu tipos (Laiviņš, Mangale, 2004), mūsu pētījumi rāda, ka ozols ekoloģiski ir ļoti plastiska suga, kas granulometriskā sastāva, karbonātu klātbūtnes un organiskā slāņa humifikācijas pakāpes ziņā var veidot audzes ļoti dažādās augsnēs. Mūsu pētījuma rezultāti, kā arī novērojumi citās valstīs (Jones, 1959) liecina, ka ozols sekmīgi aug ne tikai auglīgās augsnēs. Līdzīgas atziņas izteikuši zinātnieki (Daugaviete, 2004), veicot ozola mākslīgu ieaudzēšanu lauksaimniecībā izmantojamās zemēs, kur konstatēta sekmīga ozolu ieaugšana velēnu karbonātaugsnēs, reliktkarbonātiskās brūnaugsnēs, velēnu podzolaugsnēs un podzolētās smilts augsnēs.

Parauglaukumos, kur trūdvielu akumulācijas horizonts cilvēka saimnieciskās darbības ietekmē ir sajaukts (piemēram, arot zemi), mūsdienās ir vairāk nekā simts gadus vecas ozolu mežaudzes (Valdemārpils, Zentene). Iespējams, ka dažas pētītās audzes ir stādītas, par ko netieši liecina daudzie raksti par ozolu mežu stādīšanas nepieciešamību 19. gadsimtā (Strods, 1999). Pētītajos pa-

rauglaukumos ozolu vecumstruktūra šādu faktu viennozīmīgi neapliecina. Atsevišķu koku atšķirīgais vecums ozolu audzēs varētu būt skaidrojams arī ar izlases cirsmu ierīkošanu, kā arī laika gaitā stādīto mežaudžu papildināšanu.

Vairākos parauglaukumos ozolu audzes veidojušās vai arī stādītas velēnu podzolaugsnēs, kur augsnes reakcija ir ļoti skāba. Brīvie karbonāti šajās augsnēs atrodas salīdzinoši dziļi, tādēļ tām piemīt relatīvi vāja buferspēja pret paskābināšanos, kā rezultātā organiskās skābes diezgan viegli nonākušas augsnes dziļākajos slāņos. Augsnes zemais pH iespējams norāda, ka šajās vietās ilgstoši auguši skujkoki, atstājot bez atbildes jautājumu par ozolu klātbūtni minētajās platībās pagātnē. Par skujkoku lielo ietekmi platlapju mežu augšņu paskābināšanā norāda arī pētījumi Belovežas gāršā (Kwiatkowski, Pedrotti, 1994). Savukārt pētījumi Ziemeļvācijā apliecina, ka arī ozolu-dižskābaržu mežaudzē var izveidoties biezs nedzīvās zemsegas (O) horizonts un sākties augsnes paskābināšanās (Härdtle *et al.*, 2003), ko sekmē ozolu lapu nobiras, kas, salīdzinot ar citu koku sugu nobirām, sadalās relatīvi lēni (Van Calter *et al.*, 2007).

Egļu audžu nomaīņu ar ozolu mežaudzēm Latvijā uzrāda pētījumi Vidzemē (Tērauds *et al.*, 2011). Arī Maskavas un Brjanskas apgabalā savulaik notikusi ozolu nomaīņa ar egli un otrādi (Nesterovs, 1954.). Sugu nomaīņa noritējusi gan dabiskā veidā, piemēram, pēc egļu izzāgēšanas vai dabiskiem traucējumiem, kad ozols spējis dominēt kokaudzes attīstības gaitā (Goris *et al.*, 2007), kā arī ozolus ieaudzējot. Egle, kā pavadoņsuga, mūsu pētītajos objektos

lielākā vai mazākā mērā sastopama 21 no 24 parauglaukumiem. Egles augšanai piemērotākās ir normāli mitras mālsmits un smilšmāla augsnes, un tās izplatību saista ar augšanai labvēlīgiem klimatiskajiem apstākļiem, ko Latvijā nosaka arī augstums virs jūras līmeņa (Laiviņš, 2005). Līdz ar to varam uzskatīt, ka daudzās mūsu pētītajās mežaudzēs pastāvošie vides apstākļi ir piemēroti gan ozolu, gan egļu audžu attīstībai.

Viena no galvenajām ozola pavadoņsugām apsekotajās mežaudzēs, kas aug bāziskās putekļainās un mālainās augsnēs, ir osis, kam ekoloģiskā niša ir mazliet šaurāka nekā ozolam, jo pārsvarā tas sastopams gāršas un vēra meža tipā (Laiviņš, Mangale, 2004). Ģeogrāfiski ošu meži sastopami galvenokārt Zemgalē un Kurzemē, kur osis, parasti mistrojumā ar citām koku sugām, veido nelielas audzes (Reihmane, 2009). Osis Latvijā ir raksturīga platlapju mežu paaugas suga, kas labi aug barības vielām bagātās, neitrālās, ar slāpekli piesātinātās, palielināta mitruma augsnēs, t.sk. nosusinātajos meža tipos – āreņos (Laiviņš, Magele, 2003; Reihmane, 2009). Minēto ilustrē arī situācija Līvberzes parauglaukumā. Jāatzīmē, ka kopumā 9 parauglaukumos sastopama ļoti izteikta un blīva ošu paauga (piemēram, Zeinišķos, Kuldīgā, Valdemārpilī); lielākoties šādās ekosistēmās ir novērojama virsējo ūdeņu vai gruntsūdeņu izraisīta augšņu glejošanās. Salīdzinot ar citu koku sugu nobīrām, ošu nobīras sadalās ļoti ātri (Van Calter *et al.*, 2007), kas var veicināt organisko vielu humifikāciju un biežāka, trūdvielām bagātā Ah horizonta veidošanos.

Parauglaukumos smilšainās, trūd-

vielām bagātās augsnēs, kur nav izveidojies vai ir plāns nedzīvās zemsegas (O) horizonts un ir biezs trūdvielu akumulācijas (Ah) horizonts, raksturīga pavadoņsuga ir parastā liepa. Liepu lapu nobīras ir bāziskas, un tas sekmē elementu apriti (Van Oijen *et al.*, 2005). Liepu klātbūtne mežaudzē bieži liecina par iepriekšēju cilvēka darbības ietekmi, uz kuru liepas reaģē īpaši jutīgi (Pigott, 1991). Dabiskos apstākļos liepas aug dažādās augsnēs, priekšroku dodot tādām, kuras satur vairāk smilts un mazāk māla daļiņu. Liepas ir ēncietīgas un var būt dominējošā suga audzes 2. stāvā (Rackham, 2003; Pigott, 1991). Anglijā liepa labprātāk aug skābās augsnēs, kuru pH variē no 3,6 līdz 4,9 (Rackham, 2003), bet citu valstu zinātniskajā literatūrā minēta to saistība ar neitrālākām karbonātsaturošām augsnēm, kur pH ir virs 5,0 (Pigott, 1991).

Likumsakarības starp augsnes īpašībām un pavadoņsugām ozolu mežos liecina, ka audžu dabiskā sukcesija nākotnē ir tendēta uz mistrotu audžu veidošanos. Pavadoņsugu klātbūtni nosaka, pirmkārt, augsnes granulometriskais sastāvs un karbonātu atrašanās dziļums. Egle ir raksturīga suga tādās augtenēs, kur brīvie karbonāti ir augsnes dziļākajos slāņos. Pētītajos ozolu mežos, kuros karbonāti atrodas sekli, mālainākās augsnēs raksturīgs ir osis, bet smilšainākās – liepa. Trūdvielu uzkrāšanās process augsnē daļēji ir saistīts ar kokaudzes sugu sastāvu. Par to liecina arī pētījumi Latvijas priežu mežaudzēs (Tērauda, Nikodemus, 2006). Šī sakarība dabas aizsardzības interesēs būtu jāievēro, plānojot mežaudžu apsaimniekošanu. Pašreizējā prakse, kas vērsta uz ozolu izgaismošanu, izcērtot tā tiešā tuvumā

augošo sugu kokus un krūmus, nav saistīta ar dabiskiem procesiem, bet imitē zemes izmantošanu lauksaimniecības vajadzībām. Koku stumbru apgaismojuma uzlabošana varētu būt svarīga atsevišķām sugām, kas apdzīvo izgaismotus ozolu stumbrus, tajā pašā laikā jācenšas nemazināt dabisko ozolu

audžu vērtību aizsargājamās teritorijās, apzinoties, ka Latvijā ozols dabiski aug mistraudzēs. Jāņem vērā arī apstākļi, ka liela daļa aizsargājamo sugu, kas raksturīgas vecajiem ozolu mežiem, nav sastopamas ozolu parkveida ainavā (Sverdrup-Thygeson *et al.*, 2010, Strazdiņa *et al.*, in press).

Pateicība: raksta autori pateicas Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes studentiem Didzim Stalīdzānam, Imantam Kukuļam un Zanei Prūsei par palīdzību augšņu profilbedru ierīkošanā un aprakstīšanā, kā arī augšņu granulometriskā sastāva noteikšanā. Pētījums veikts ar ESF projekta „Atbalsts Daugavpils Universitātes doktora studiju īstenošanai” (vienošanās Nr. 2009/0140/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/015) finansiālu atbalstu.

Literatūra

- Bušs, K. (1981). Meža ekoloģija un tipoloģija. Rīga: Zinātne, 68 lpp.
- Brūmelis, G., Dauškane, I., Ikauniece, S., Javoīša, B., Kalviškis, K., Madžule, L., Matisons, R., Strazdiņa, L., Tabors, G., Vimba, E. (2011). Dynamics of natural hemiboreal woodland in the Moricsala Reserve, Latvia: The studies of K. R. Kupffer revisited. *Scand. J. For. Res.* 26 (S10), 54-64.
- Bārdule, A., Bāders, E., Stola, J., Lazdiņš, A. (2009). Latvijas meža augšņu īpašību raksturojums demonstrācijas projekta BioSoil rezultātu skatījumā. *Mežzinātne*, 20(53), 105-124.
- Daugaviete, M. (2004). Pārskats par oša un ozola stādījumiem lauksaimniecības platībās, to apjomiem, pielietotām tehnoloģijām un sanitāro stāvokli. – Atskaite par zinātnisko pētījumu „Cieto lapu koku audzēšanas modeļu izstrāde”, LVMI Silava, Salaspils, 42.-67. lpp.
- Draveniece, A. (2006). Okeāniskās un kontinentālās gaisa masas Latvijā. – Promocijas darbs, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, 135 lpp.
- Ek, T., Suško, U., Auziņš, R. (2002). Methodology. Inventory of woodland key habitats. Rīga, Forest State Service, Latvia, Regional Forestry Board, Östra Götaland, Sweden, 1-73.
- FSCC (Forest Soil Co-ordinating Centre) (2006). Manual IIIa: Sampling and Analysis of Soil. In: ICP Forests, 2006: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg, p 26 + annexes; URL <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>.
- Goris, R., Kint, V., Haneca, K., Geudens, G., Beeckman, H., Verheyen, K. (2007). Long-

- term dynamics in a planted conifer forest with spontaneous ingrowth of broad-leaved trees. *Applied Vegetation Science*, 10, 219-228.
- Härdle, W., von Oheimb, G., Westphal, C.** (2003). The effects of light and soil conditions on the species richness of the ground vegetation of deciduous forests in northern Germany (Schleswig-Holstein). *Forest esology and Management* 182, 327-338.
- Ikauniece, S., Brumelis, G.** (2011). Naturalness of *Quercus robur* stands in Latvia, estimated by structure, species and processes. *Estonian Journal of Ecology*, 2012, 61, 1, 63-80.
- IUSS Working Group WRB 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports 103. FAO, Rome. URL http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/doc/wrb2007_corr.pdf.
- Johanson, P. S., Shifley, S. R., Rogers, R.** (2002). The Ecology and Silviculture of Oak. CABI, 523.
- Jones, E. W.** (1945). The structure and reproduction of the virgin forest of the north temperate zone. *New Phytologist*, 44, 130-148.
- Jones, E. W.** (1956). *Quercus* L. *Journal of Ecology*, 47, 169-222.
- Jermacāne, S., Laiviņš, M.** (2000). Aronas pilskalna veģetācija. *Mežzinātne* 10 (43), 55-72.
- Jurāne, G.** (2004). Rušenicas pilskalna veģetācija. 3. Latvijas ģeogrāfijas kongress „Latvijas ģeogrāfija Eiropas dimensijās”. 2004. gada 5.-6. novembris, Rīga, 48-51.
- Kārklīš, A.** (2008). Augsnes diagnostika un apraksts. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Jelgava, 336 lpp.
- Kārklīš, A., Gemste, I., Mežals, H., Nikodemus, O., Skujāns, R.** (2009). Latvijas augšņu noteicējs. Jelgava, LLU, 240 lpp.
- Kasparinskis, R., Nikodemus, O.** (2012). Influence of Environmental Factors on the Spatial Distribution and Diversity of Forest Soil in Latvia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 61, 48-64.
- Kimmins, J. P.** (1987). *Forest Ecology*. Macmillan Publ., New York, 531.
- Kļaviņš, M., Blumberga, D., Bruņeniece, I., Briede, A., Grišule, G., Andrušaitis, A., Āboliņa, K.** (2008). Klimata mainība un globālā sasilšana. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 174 lpp.
- Krampis, I.** (2010). Boreālā un nemorālā bioma kokaugu sugu reģionālā izplatība Latvijā. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, 128. lpp.
- Krauklis, Ā., Zariņa, A.** (2002). Parastais skābardis sava areāla ziemeļu robežas ainavā Latvijā. Ģeogrāfiski raksti, *Folia Geographica*. Latvijas Ģeogrāfijas biedrība, 10, 16-47.
- Kwiatkowski, W., Pedrotti, F.** (1994). Determinism and the origin of vegetation differentiation. *Geo-ecological forest landscapes*. *Phytocoenosis*, vol. 6 (N.S.). Supplementum *Cartographiae Geobotanicae* 4. Warszawa – Bielowieža, 119-125.
- Laiviņš, M.** (1986). Latvijas ezeru salu ozolu un liepu (*Querco-Tilietum* Laiviņš 1983.) mežu sabiedrības. Jaunākais mežsaimniecībā, 28, 16-23.

- Laiviņš, M.** (2005). Parastās egles (*Picea abies*) audžu ģeogrāfija Latvijā. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Raksti, 14 (309), 3-14.
- Laiviņš, M., Kreile, V.** (2006). Priežu un platlapju mežu augu sabiedrības pilskalnu nogāzēs. Latvijas Universitātes raksti, Zemes un vides zinātnes, Pilskalni Latvijas ainavā, 695, 93-105.
- Laiviņš, M., Mangale, D.** (2003). Parastā oša (*Fraxinus excelsior*) paaugas izplatība Latvijā. Mežzinātne, 13(46): 61-69.
- Laiviņš, M., Mangale, D.** (2004). Oša un ozola audžu bioloģiskās daudzveidības vērtēšanas struktūras, kompozīcijas un funkcijas kritēriji un indikatori. – Atskaite par zinātnisko pētījumu „Cieto lapu koku audzēšanas modeļu izstrāde”. LVMI Silava, 27.-41. lpp.
- Laiviņš, M., Mangale, D.** (2005). Retas ruderaļas un meža augu sabiedrības Alūksnes un Hānajas augstienē. – Latvijas ģeogrāfijas biedrības reģionālā konference „Ziemeļaustrumlatvijas daba un cilvēki reģionālā skatījumā”, Alūksne, 2005. gada 22.-24. jūlijs, 142-163.
- Lange, V.** (1956). Agri un vēl plaukstošā parastā ozola (*Quercus robur* L.) bioloģija un augšanas gaita Latvijas PSR teritorijā. LLA, Raksti, 5. sējums, 17-26.
- Latvijas Statistika. (2010). Forestry-key indicators. Central Statistical Bureau of Latvia. URL <http://www.csb.gov.lv/en/statistikas-temas/forestry-key-indicators-30729.html> [izdrukāts 2011. gada 1. septembrī].
- Lawesson, J. E., Oksanen, J.** (2002). Niche characteristics of Danish woody species as derived from coenoclines. Journal of Vegetation Science 13, 279-290.
- Nesterovs, V.** (1954). Vispārīgā mežkopība. Rīga, Latvijas valsts izdevniecība, 597 lpp.
- Ozenda, P.** (1994). Végétation du Continent Européen. Lausanne – Paris, Delachaux et Niestlé, 271.
- Pigott, C. D.** (1991). *Tilia cordata* Miller. The Journal of Ecology, 79, 1147-1207.
- Rackham, O.** (2003). Ancient Woodland – its history, vegetation and use in England. Castlepoint Press, 584.
- Reihmane, D.** (2009). Ošu mežu sabiedrību daudzveidība Latvijā. Latvijas Universitātes raksti, 724. sējums, 109-128.
- Sakss, K.** (1969). Dažas vērtīgākās platlapju sugas Latvijas PSR mežos. LLA, Raksti. XXVI sējums, 37-44.
- Sjörs, H.** (1963). Amphi-Atlantic zonation, nemoral to Arctic. In: Löve, Á. & Löve, D. (Eds.), North Atlantic biota and their history. The Macmillan Company, New York. 109-125.
- Strazdiņa, L., Brūmelis, G., Rēriha, I.** (2012). Life-form adaptations and substrate availability explain a 100-year post-grazing succession of bryophyte species in the Moricsala Strict Nature Reserve, Latvia. Journal of Bryology (iesniegts publicēšanai).
- Strods, H.** (1999). Latvijas mežu politika un likumdošana. – Strods, H. (red.). Latvijas meža vēsture līdz 1940. gadam. WWF – Pasaules Dabas fonds, Rīga, 15.-104. lpp.
- Sverdrup-Thygeson, A., Skarpaas, O., Ødegaard, F.** (2010). Hollow oaks and beetle

conservation: the significance of the surroundings. *Biodiversity and Conservation* 19, 837-852.

Tērauda, E., Nikodemus, O. (2006). Element Inputs by Litterfall to the Soil in Pine Forest Ecosystems. *Environmental Bioindicators*, 1, 145-156.

Tērauds, A., Brūmelis, G., Nikodemus, O. (2011). Seventy-year changes in tree species composition and tree ages in state-owned forests in Latvia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26(5), 446-456.

Vanmechelen, L., Groenemans, R., Van Ranst, E. (1997). Forest Soil Condition in Europe. Results of a Large-Scale Soil Survey. Technical Report. EC, UN/ECE, Ministry of the Flemish Community, Brussels, Geneva. 259 p.

Van Reeuwijk, L. P. (1995). Procedures for Soil Analysis, 5th edition. Wageningen, 101 p.

Van Calster, H., Baeten, L., De Schrijver, A., De Keersmaeker, L., Rogister, J. E., Verheyen, K., Hermy, M. (2007). Management driven changes (1967-2005) in soil acidity and the understorey plant community following conversion of a coppice-with-standards forest. *Forest Ecology and Management*, 241, 258-271.

Van Oijen, D., Feijen, M., Hommel, P., den Ouden, J., de Waal, R. (2005). Effects of tree species composition on within-forest distribution of understorey species. *Applied Vegetation Science*, 8, 155-166.