

## ĶĒRPJI UN SŪNAS MEŽA EKOSISTĒMĀ

Linda Gerra-Inohosa, Māris Laiviņš

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”, Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169

E-pasts: linda.gerra@silava.lv

Darbā atspoguļota ķērpju un sūnu nozīme meža ekosistēmu uzbūvē, funkcionēšanā un dinamikā, lielākoties sniedzot ieskatu par Latvijā nozīmīgākajiem veiktajiem pētījumiem. Rakstā aplūkotas šādas tēmas: ķērpju un sūnu barošanās un produktivitātes īpatnības, ekoloģija (augtenes mitrums, substrāta skābums), vides apstākļu indikācija, fitosocioloģija un bioloģiskā daudzveidība. Kā perspektīvi turpmāko pētījumu virzieni Latvijā akcentēti sūnu un ķērpju nozīme meža atjaunošanas procesos; uz karbonātiskiem irdeniem nogulumiem un seklām pamatiežu iegulām sastopamo krūmāju, kā arī priežu un ozolu mežu kalcifilo sugu bioloģijas, ekoloģijas un ģeogrāfijas aspekti, kā arī dabisko meža biotopu nozīme sūnu un ķērpju taksonu daudzveidības saglabāšanā.

Raksturvārdi: ķērpju un sūnu ekoloģija, fitosocioloģija, daudzveidība, Latvija.

### IEVADS

Pašlaik pasaulē ir zināmas vairāk nekā 22 000 ķērpju un aptuveni 25 000 sūnu sugu, kas galvenokārt ir sastopamas sauszemes, retāk ūdens ekosistēmās (Грант, 1991). Ķērpju un sūnu augšanas apstākļi ir ļoti daudzveidīgi: tie aug uz irdenu un kristālisku iežu virsas, uz metāla, plastmasas, koka un dažādiem apstrādātiem materiāliem, kā arī uz citiem augiem un arī uz atmirušām dzīvo organismu daļām. Ķērpji un sūnas augšanai piemērotā substrātā sastopami kā atsevišķi indivīdi vai arī nelieli to grupējumi. Nereti ķērpji un sūnas ir kolonizējuši lielas vienlaidus platības un augu segā tiem ir noteicošā, vidi veidojošā edifikatorloma. Bargos klimatiskos apstākļos ar vienkāršotu ekosistēmas vertikālo uzbūvi ķērpji kopā ar sūnām veido augu sabiedrību pamatstāvu. Vienlaidus ķērpju un sūnu sega ir raksturīga aukstajiem un mitrajiem klimata reģioniem lielos platuma grādos ziemeļu un dienvidu puslodes biomas subarktikā (tundra, mežatundra, skujkoku un lapukoku meži), kā arī mērenā un tropu klimata augstkalnu mežos.

Latvijas mežos ķērpji un sūnas aug četrās galvenajās vidēs jeb augtenēs: uz augsnes (epigeīdi), uz augošu koku stumbriem (epifīti), uz atmirušiem un nokritušiem kokiem jeb kritālām (epiksīli) un uz akmeņiem (epilīti) augošās sugas.

Ķērpji un sūnas pēc dzīvo organismu filoģenēzes pieder pie krasi atšķirīgām dzīvo organismu grupām – ķērpji ir sēnes (sēņu un aļģu simbioze), bet sūnas – augi. Taču parasti mežaudzē, nereti arī citās nemeža sauszemes ekosistēmās, šo atšķirīgo dzīvo organismu grupu sugas aug vienkopus, veido morfoloģiski labi norobežotu ekoloģisko nišu. Uz augsnes augošie ķērpji un sūnas veido atsevišķu mežaudzes stāvu. Mērena klimata sausus un barības vielām vidēji bagātos un bagātos mežos, ķērpju un sūnu stāvs parasti ir tikai dažus centimetrus biezs, nereti plankumains, bet barības vielām nabadzīgos, kā arī pārmitros mežos, ķērpji un sūnas nereti vienlaidus klāj augsnes virskārtu.

Savdabīga sugām bagāta ķērpju un sūnu pasaule ir izveidojusies mežā uz koku

stumbriem. Epifītās sugas koku izmanto kā atbalsta virsmu, mehāniski piestiprinoties pie mizas, barības vielas uzņemot no nokrišņiem. Pie koka pamatnes sugu skaits un indivīdu pārklāta stumbra daļa ir lielāka, nereti tās noklāj visu stumbru. Uzskata, ka epifīto sugu dažādība raksturo meža dabiskuma pakāpi. Epifītām sugām bagātas mežaudzes atspoguļo dabisko procesu kontinuitāti mežā.

Tāpat ar īpatnējām un retām ķērpju un sūnu sugām ir apaugušas kritālas. Epiksīlo sugu dažādība ir atkarīga no kritālu sadalīšanās pakāpes (sadalīšanās dziļuma) un meža tipa un kritālu caurmēra. Ķērpji un sūnas veicina kritālu ātrāku sadalīšanos un mineralizāciju, kā arī ievērojami palielina kopējo meža sugu dažādību.

Literatūras apskatā par ķērpju un sūnu nozīmi meža ekoloģijā aplūkoti nozīmīgākie pētījumu virzieni Latvijā, kas konspektīvi aprakstīti ar nobeigtu pētījumu piemēriem. Publicēto materiālu koncentrēta apkopojuma mērķis ir, pirmkārt, atvieglot jaunajiem zinātniekiem un doktorantiem zinātniskās literatūras klāsta mērķtiecīgu analīzi par Latvijas meža ķērpju un sūnu ekoloģiju un, otrkārt, mēģināt saskatīt un atrast jaunus perspektīvus pētījumu virzienus meža ekoloģijā Latvijā.

## BAROŠANĀS UN PRODUKTIVITĀTE

Sūnas ir autotrofi organismi, bet ķērpji, kuru organismu veido aļģes un sēnes komplicētās simbiotiskās attiecībās, vienlaicīgi pilda kā autotrofa (aļģe), tā arī heterotrofa (sēne) organisma barošanas funkcijas. Ķērpji un sūnas uzņem minerālvielas, kas ir izšķīdušas nokrišņos, tāpat arī uz citu mežaudzes stāvu augiem ūdenī izšķīdušas barības vielas (Shofield, 2001). Ķērpji fiksē slāpekli no gaisa, barošanās kā ķērpjiem, tā sūnām no augsnes ir ierobežota.

L. Mališeva ir apkopojusi literatūras datus par ķērpju un sūnu vecumu, pieaugumu, atmirumu un produktivitāti (Мальшева, 1992). Sūnu pieaugums gadā variē dažu centimetru robežās. Mazāks pieaugums ir mēreni mitru augteņu sugām: *Dicranum polysetum* – 1,2–1,5 cm gadā, *Pleurozium schreberi* – 1,5–2,0 cm gadā, lielāks pieaugums ir slapju augteņu sūnām: *Polytrichum commune* – 3,0–4,0 cm gadā, savukārt sfagniem pieaugums stipri variē dažāda klimata apstākļos, piemēram, *Sphagnum girgensonii* pieaugums dienvidu taigā ir 2,3–2,5 cm gadā, bet ziemeļu taigā – 1,1 cm gadā.

Atmirumu sūnām ir aptuveni 70 % no ikgadējā pieauguma. Priežu damaksnī zemsegā ik gadus atmirst 1,1 cm garš *Dicranum scoparium* dzinums, 2,0 cm *Pleurozium schreberi* un 2,5 cm garš *Sphagnum girgensohnii* dzinums.

Hametofīta vecums dienvidu taigā *Aulacomium palustris* ir 4–5 gadi, *Dicranum scoparium* – 5–6 gadi, *Pleurozium schreberi* un *Hylocomium splendens* – 4–6 gadi, *Sphagnum girgensonii* – 3–5 gadi. Ilgdzīvotāji ir *Polytrichum* ģints sugas, kuru vecums sasniedz vismaz 10 gadus, turklāt *Polytrichum* dzinumi ir dažāda vecuma.

Ķērpju ikgadējie pieaugumi, salīdzinot ar sūnaugiem, ir mazāki, bet vecums ir lielāks. *Cladina rangiferina* pieaugums ir 5,6 mm gadā, bet vecums – 13 gadi, *Cladina arbuscula* pieaugums ir 5,2 mm gadā, bet vecums – 11 gadi.

Sūnu fitomasa sausos priežu mežos ir  $2 \text{ t ha}^{-1}$ , ozolu mežos –  $0,02 \text{ t ha}^{-1}$ . *Hylocomium splendens* gada pieaugums Skandināvijas mežos ir  $0,5\text{--}1,0 \text{ t ha}^{-1}$ , sūnu purvos sfagnu pieaugums –  $1\text{--}12 \text{ t ha}^{-1}$  gadā. Kopējā ķērpju fitomasa kalnu tundrā ir  $4 \text{ t ha}^{-1}$ , arktiskajā tundrā –  $3 \text{ t ha}^{-1}$ , bet mērenās zonās silā –  $2 \text{ t ha}^{-1}$ .

Latvijā dati par sfagnu pieaugumu iegūti pētījumos par sūnu augšanas dinamiku Teiču purvā Latvijā. *Sphagnum magellanicum* pieaugums pa gadiem variē no  $1,5\text{--}3,3 \text{ cm}$  gadā, *Sph. angustifolium* –  $2,5\text{--}4,5 \text{ cm}$  (lielākais –  $9,0 \text{ cm}$  gadā), *Sph. rubellum* –  $1,4\text{--}1,9 \text{ cm}$ , bet *Sph. fuscum* –  $0,9\text{--}1,1 \text{ cm}$  gadā. Sfagnu ikgadējais pieaugums ir atkarīgs no mitruma apstākļiem – uz ciņiem purva sausākajās vietās ikgadējais pieaugums ir mazāks, mitrākās vietās pazeminājumos – lielāks (Bambe, 1991).

## KRITISKIE VIDES (EKOLOĢISKIE) FAKTORI

Ķērpju un sūnu sugas sevišķi jutīgi reaģē uz vides mitruma svārstībām, arī apgaismojumu un temperatūras izmaiņām, kā arī augtenes skābumu un barības vielu, sevišķi slāpekļa un kalcija daudzumu substrātā. Tāpēc nereti atsevišķas ķērpju un sūnu sugas vai arī to kopas ir stabili augu sabiedrību rakstursugas, sugu klātbūtne vai arī iztrūkums raksturo meža augšanas apstākļus, un tās izmanto meža tipu diagnosticēšanā.

**Augtenes mitrums** ir nozīmīgs ķērpju un sūnu augšanu limitējošais vides faktors. Mitrumu gan ķērpji, gan sūnas uzņem ar organisma virsmu. Pēc dažādu autoru datiem pie pilna piesātinājuma *Dicranum polysetum* un *Hylocomium splendens* uzņem  $520\text{--}900 \%$ , *Pleurozium schreberi* un *Ptilium crista-castrensis* –  $600\text{--}1400 \%$ , vēl lielākā apjomā ūdeni uzņem sfagni –  $2000\text{--}3000 \%$  no absolūti sausās augu masas. *Peltigera* un *Cladonia* ģinšu ķērpji uzsūc 4–5 reizes vairāk ūdeni par savu svaru. *Cladina arbuscula*, *Cladina rangiferina* un *Cetraria islandica* pilna ūdensietilpība ir  $350\text{--}550 \%$  no absolūti sausā auga svara (Мальшева, 1992).

Ķērpju un sūnu stāvs regulē ūdens apriti. Ja nokrišņu lietus laikā ir mazāk par  $1 \text{ mm}$ , tad sūnas un ķērpji uzsūc visu mitrumu, ja līdz  $4 \text{ mm}$  –  $50 \%$  un ja līdz  $7 \text{ mm}$  –  $30 \%$ . Sūnas kavē sniega kušanu. Salīdzinot ar atklātu minerālo augsni, sūnas un zemsega kopumā samazina iztvaikošanu par  $39\text{--}68 \%$ . Sūnu un ķērpju zemsedze sekmē augsnes irdenumu, bez sūnām augsnes virskārta sablīvējas (Kimmins, 1987).

Sūnu stāva mozaikveida izkārtojums zemsedzē ir atkarīgs no mitruma pieplūdes avotiem. Pēc A. Āboliņas un P. Zālīša pētījumiem, notece pa koka stumbru ietekmē sūnu stāva projektīvo segumu un sugu dažādību:  $5\text{--}10 \text{ cm}$  platā joslā ap koka stumbru sūnu stāvs ir blīvāks un ar lielāku sugu skaitu,  $25\text{--}30 \text{ cm}$  attālumā sūnu segums un skaits samazinās (koka sakņu konkurences ietekmē), bet jau pēc  $50 \text{ cm}$  sūnu segums un skaits atkal pieaug un atbilst mežaudzes fona situācijai (Zālītis, 2012; Аболинь, 1974).

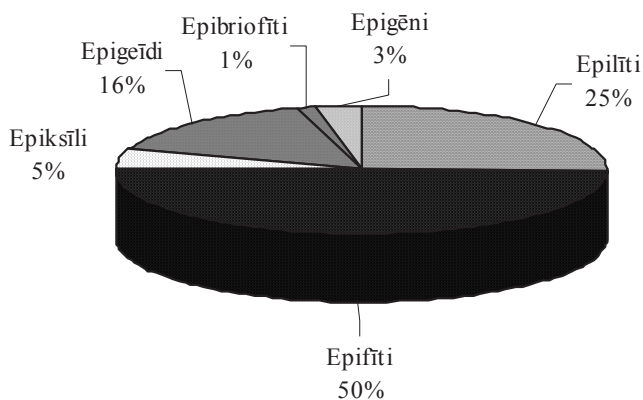
Sūnu izplatība un vitalitāte ir atkarīga no **substrāta skābuma**. Līdz pat mūsdienām zinātniskajos pētījumos neretas ir atsauces uz A. Apiņa 20. gs. 30. gados veiktajiem apjomīgajiem sūnu substrāta skābuma pētījumiem (Apinis & Diogucs, 1933; Apinis & Lācis, 1934/1935).

A. Apinis ar līdzstrādniekiem 20. gs. 30. gados ir pētījis aknu (77 sugas) un lapu (322 sugas) sūnu substrāta apmaiņas skābumu, noskaidrojot, kādos skābuma intervālos aug dažādu sugu indivīdi. Pamatojoties vairāk nekā 3000 sūnu substrāta analīžu datiem, A. Apinis sugas pēc to substrāta skābuma apvieno 13 grupās, sākot no ļoti skābā substrātā (pH 3,0–3,5) augošām sūnām (piemēram, *Dicranum bergeri*, *Ptilium crista-castrensis*) līdz bāziskā/neitrālā substrātā (pH 7,0–8,5) augošām sūnām (piemēram, *Crataneuron filicinum*). Pētījumā noskaidrots, ka ne tikai atsevišķas sugas, bet arī lielāku taksonu – atsevišķu ģinšu un dzimtu sugas, ir saistītas vai nu tikai ar skābu substrātu (*Dicranum*, *Dicranaceae*; *Polytrichum*, *Polytrichaceae*), vai arī gluži pretēji – ar neitrālu bāzisku substrātu (*Pottia*, *Pottiaceae*, *Seligeria*, *Seligeriaceae*).

Savukārt, apstrādājot sūnu substrāta paraugus ar sālskābi un veicot vienkāršus matemātiskos aprēķinus, A. Apinis sūnu sugas pēc to iecietības pret kalcija daudzumu augtenē klasificē piecās grupās: **kalcifilās** jeb tikai kaļķainā substrātā augošās sūnās (*Gymnostomum calcereum*, *Eucladium verticillatum* u. c.); **subkalcifilās** (*Barbula unguiculata*, *Tortella fragilis* u. c.); pret kalcija saturu augtenē **indiferentās** sūnās (*Tortula linguata*, *Distichum capillaceum* u. c.); **subkalcifobās** (*Fissidens pusillus*, *Ceratodon purpureus* u. c.) un **kalcifobās** sugās, kas izvairās augt kalcija karbonātu saturošā substrātā (*Dicranum montanum*, *Polytrichum commune* u. c.).

Izmantojot A. Piterāna ķērpju saraksta datus (Āboliņa u. c., 2015), ķērpju sugas sistematizētas pēc to **augšanas substrāta**. Latvijas apstākļiem raksturīgākie ir seši substrātu veidi (1. att.).

Latvijas ķērpju florā sugām visbagātīgākā grupa ir uz koku stumbriem un zariem augošās sugas jeb epifīti – 288 sugas jeb 50,0 % no kopējā Latvijā sastopamo taksonu kopskaita. Šajā grupā iekļauti arī uz koka māju ārsienām un dažādām būvkonstrukcijām augoši ķērpji. Vairāk nekā puse epifītu (174 sugas jeb 60,4 % no epifītu kopskaita) priekšroku dod lapukokiem un tikai desmitā daļa sugu (30 sugas jeb 10,4 %) ir saistīta ar skujkoku mizu. Nepilna ceturtdaļa epifītu (68 sugas jeb 23,6 %) aug kā uz skujkoku, tā arī lapukoku mizas. 16 ķērpju sugas (5,6 %) aug uz apstrādātas koksnes.



1. attēls. Latvijas ķērpju taksonu augšanas apstākļu daudzveidība.  
Figure 1. Diversity of the growing conditions of lichen taxa in Latvia.

Otra pēc sugu skaita apjomīgākā grupa ir uz akmeņiem un klintīm augošie ķērpji jeb epilīti – 146 sugas jeb 25,4 % no sugu kopskaita. Uz silikātiežiem (laukakmeņiem) sastop 77 sugas (52,7 % no epilītu kopskaita), uz kaļķiežiem – 58 sugas (39,8 %), bet uz smilšakmeņiem – 11 sugas (7,5 %).

Treša sugām bagātākā ir uz augsnes augošie ķērpji jeb epigeīdi – 91 suga (15,8 % no sugu kopskaita). Starp epigeīdiem dominē smilšaina substrāta sugas – 66 sugas (72,5 % no epigeīdu kopskaita), uz karbonātiskām augsnēm sastopamas 16 sugas (17,6 %), bet uz kūdras augsnēm – deviņas sugas (9,9 %).

Epigēni ir ķērpju sugas, kurām raksturīga plaša pielāgotība dažādiem apstākļiem – kopā Latvijā 18 ķērpju sugas (3,1 % no ķērpju sugu kopskaita), bet sūnas kā piemērots augšanas substrāts (epibriofīti) ir tikai septiņām ķērpju sugām (1,2 % no ķērpju sugu kopskaita).

A. Āboliņa (2008) darbā par epiksīlajām sūnām kopumā minējusi 190 sugas, kuras atrastas uz trupošas koksnes. No visām minētajām sugām 50 pārstāv aknu sūnas un 140 ir lapu sūnas. Vieni no bagātākajiem mežiem ar epiksīlajām sūnu sugām ir egļu un jauktu koku meži, kur dominē egle. Uz skujkoku kritālām ir sastopama liela sugu bagātība, it īpaši aknu sūnu (Āboliņa & Bамbe, 2005). B. Bамbe (2008) uz skujkoku kritālām konstatējusi 54 sūnu sugas, minot, ka sūnu sugu daudzveidība uz trupošas koksnes ir visai augsta un būtiski neatšķiras kritalas suga – priede vai egle. Vairākos pētījumos tiek apskatīti faktori, kas ietekmē gan sugu bagātību uz kritālām, gan sugu sastāvu.

Vairākos pētījumos uzsvērts, ka liela nozīme ir kritalas sadalīšanās pakāpei. Sūnu sugu skaits pieaug, palielinoties sadalīšanās pakāpei (Āboliņa, 2008; Bамbe, 2008), kā arī sugu sastāvs mainās, notiekot trūdēšanas procesam (Madžule & Brūmelis, 2008; Mežaka *et al.*, 2009). Toties ne vienmēr visbagātākās sugu ziņā ir kritalas pēdējās sadalīšanās pakāpēs, liels sugu skaits ir novērots arī tieši uz vidējām sadalīšanās pakāpēm (Mežaka *et al.*, 2009), turklāt epiksīlo sugu sastāvu ietekmē mirušās koksnes pH līmenis (Strazdiņa, 2010). Lai arī literatūrā norādīts, ka nozīmīgs ir arī kritalas caurmērs, B. Bамbe (2008) nav konstatējusi saistību starp sugu bagātību un kritalas caurmēru. Toties L. Madžules un līdzautoru (Madžule *et al.*, 2012) pētījumos ir atrasta sakarība starp mirušās koksnes izmēriem (stumbra caurmērs) un epiksīlo sugu skaitu. Nozīmīgi sugu daudzveidību mežaudzē palielina dažādā pakāpē sadalījušies celmi.

## VIDES STĀVOKĻA INDIKATORI

Ķērpji un sūnas ir ļoti informatīvi **vides piesārņojuma**, sevišķi gaisa ķīmiskā sastāva indikatori. Sūnas, sevišķi sfagni, akumulē gaisā esošās (lietus un sniega depozi, aerosoli) sārņvielas, arī smagos metālus. Jo piesārņotāks gaiss, jo lielāka ķīmisko vielu koncentrācija sūnās. Bieži vien bioindikācijas pētījumos kā modeļobjektus izmanto *Sphagnum magellanicum* un vairākas ķērpju sugas, sevišķi *Hypogimnia physodes*.

20. gs. 90. gados, analizējot no 80 augstajiem purviem un purvainajiem mežiem

dažādos Latvijas novados ievāktu *Sphagnum magellanicum* paraugu ķīmisko sastāvu, O. Nikodemum izdevās noteikt vietas, kurās 20. gs. beigās ir bijis ilgstoši lielākais ar smagajiem metāliem piesātinātu gaisa nosēdumu apjoms (Nikodemus, 1991; Nikodemus & Brūmelis, 1994). Tie bija lielāko pilsētu – Rīgas, Liepājas, Ventspils un citu rūpniecības pilsētu ietekmes rajoni, kā arī Dienvidkurzeme, kas atradās vairāku lielu Lietuvas rūpnīcu (Mažeiki, Jaunakmene) tiešās ietekmes zonā un, iespējams, papildus vēl arī ar globālo pārnesi saņēma Centrāleiropas rūpniecības reģionu piesārņojumu. Relatīvi mazāks smago metālu daudzums sūnās tajā laikā ir bijis Ziemeļvidzemē un Austrumkurzemē.

Rīga 20. gs. beigās pēc gaisa piesārņojuma pakāpes, izmantojot ķērpju sugu sastāvu, iedalīta piecās piesārņojuma zonās (Piterāns & Bērziņa, 1990). Pirmās divas gandrīz bezķērpju zonas pilsētā aizņēma vairāk nekā trešo daļu (35,5 %) un stiepās abpus Daugavai. Plašāka šī piesārņotā zona (1,0–1,5 km plata) bija upes labajā krastā, kur bija izvietots liels skaits rūpnīcu, pastiprināti šī pilsētas daļa ar valdošiem vējiem saņēma arī Pārdaugavas objektu sārņvielas. Stiprāk piesārņotajā pilsētas daļā konstatētas tikai septiņas epifītu sugas (dominējošās bija *Lecanora dispersa* un *L. muralis* – pret gaisa piesārņojumu indiferentas sugas, un tikai trešajā zonā, kas apjož piesārņotāko daļu – centru, strauji pieauga epifītu sugu skaits (18 sugas), starp tām sastopama arī *Hypogimnia physodes*. Pētījums uzskatāmi ilustrē ķērpju kā bioindikatoru lomu lokālā piesārņojuma avotu un apjoma noteikšanā.

## ĶĒRPJU UN SŪNU FITOSOCIOLOĢIJA

Augu sugas, arī sūnas un ķērpji atkarībā no vides apstākļiem augu segā veido noteiktas kombinācijas jeb **ekoloģiskās grupas**, kas līdzīgos augšanas apstākļos likumsakarīgi atkārtojas. Reģionālā mērogā augu sugu grupējumi pēc indivīdu skaita var stipri atšķirties, mainīties visai plašā intervālā, bet kopējā sugu kompozīcija un fizionomija ir stabila. Šāda augāja struktūras izpratne (augāja diskrētuma koncepcija), ir augu sabiedrību klasifikācijas arī meža tipoloģijas pamatkonceptija.

Ģeobotāniskos mežaudžu pētījumos noteiktas zemsedzes augu sugu grupas ir norobežotas intuitīvi, pamatojoties uz pētnieku pieredzi, tā arī ar dažādām matemātiskām metodēm, kuru lietošana bijusi sevišķi populāra pēdējos gadu desmitos. Latvijā visaptverošākais meža zemsedzes ķērpju un sūnu fitosocioloģisko grupu pētījumu ir veikuši K. Bušs un A. Āboliņa. Pamatojoties uz 1646 parauglūkumu ķērpju un sūnu sugu daudzuma uzskaites datiem, lietojot korelācijas analīzi, norobežotas 26 ķērpju un sūnu sugu socioloģiskās (kopdzīves) grupas (Буш & Аболинь, 1968). Ķērpju un sūnu sugu socioloģiskās grupas klasificētas pēc augtenes nodrošinājuma ar barības vielām sešās grupās (grupas nosaukumā saglabāti tā laika sūnu un ķērpju sugu latīniskie nosaukumi):

**oligotrofā** grupa: *Cladonia* grupa, *Sphagnum nemoreum* grupa, *Sphagnum fuscum* grupa, *Sphagnum cuspidatum* grupa;

**oligomezotrofā** grupa: *Pleurozium schreberi* grupa, *Dicranum scoparium* grupa, *Polytrichum commune* grupa, *Rhytidiadelphus squarrosus* grupa, *Sphagnum magellanicum-Sphagnum angustifolium* grupa, *Sphagnum fallax* grupa;

**mezotrofā** grupa: *Hylocomium splendens* grupa, *Polytrichum formosum* grupa, *Lophocolea heterophylla* grupa, *Sphagnum girgensohnii* grupa, *Sphagnum warnstorffii* grupa, *Sphagnum subsecundum* grupa;

**mezoeitrofā** grupa: *Rhytidiadelphus triquetrus-Brachytecium curtum* grupa, *Isopterygium silesiacum* grupa, *Thuidium tamariscifolium* grupa, *Climacium dendroides-Calliergoniella cuspidata* grupa, *Drepanocladus intermedia* grupa;

**eitrofā** grupa: *Atrichum undulatum* grupa, *Calliergon cuspidatum* grupa, *Cratoneurum filicinum* grupa;

**heterotrofā** grupa: *Ceratodon purpureus* grupa.

Katra grupa raksturota ar augšanas apstākļu rādītājiem – mitruma režīma, apgaismojuma un substrāta skābuma parametriem.

Ķērpju un sūnu sugas mežā, tāpat arī nemeža augājā, sastopamas noteiktās kombinācijās, stabilās **augu sabiedrību kopās**. Šādas kombinācijas likumsakarīgi atkārtojas meža zemsedzē vai arī uz koku stumbriem un uz trūdošas koksnes, veidojot īpašas vienstāva (pretstatā vairākstāvu augu sugu grupējumiem) augu asociācijas jeb sinūzijas. Tāpēc, ņemot vērā šo savdabīgo ķērpju un sūnu paklāju daudzslāņainajā augu segā, lihenologi un briologi pievēršas tikai ķērpju un sūnu sugu kombināciju/asociāciju identificēšanai un to aprakstīšanai.

Latvijā epiksīlu un epifītu sūnu sugu **augu sabiedrības/asociācijas** aprakstījusi B. Bambe, pamatojoties uz sūnu sugu daudzuma uzskaites datiem 10×40 cm lielos laukumīšos upju ielejās 190 vietās dažādos Latvijas dabas reģionos (Bambe, 2000). B. Bambe ir norobežojusi divas epiksīlās (*Tetraphis pellucida* un *Amblystegium varium* sabiedrība), divas epifītas (*Homalia trichomanoides-Neckera pennata* un *Sanionia uncinata-Radula complanata* sabiedrība), kā arī divas sūnu sabiedrības ar plašu ekoloģisko nišu (raksturīga sugu kombinācija sastopama kā uz augošu koku stumbriem, tā uz kritālām) – *Dicranum scoparium* un *Hypnum cupressiforme* sabiedrības.

Ķērpjiem un sūnām ir nozīmīga loma augāja attīstībā, **augu sabiedrību dinamikā**, sevišķi primārajās sukcesijās. Primārajās sukcesijās, veidojoties augājam neapdzīvotā sterilā vidē, piemēram, uz klintīm, atkailinātas minerālas grunts, kāpām, nereti pirmie sāk augt ķērpji, piemēram, *Rhizocarpon* un *Verrucaria* ģints sugas, kā arī sūnas – piemēram, *Didymodon*, *Gymnostomum* ģints sugas. Ķērpji un sūnas kopā ar mikroorganismiem, aļģēm un bezmugurkaulniekiem pamazām bagātina vidi, veido augsni un rada labvēlīgus apstākļus vaskulāro augu augšanai (Мальшева, 1992).

Arī sekundārajās sukcesijās, piemēram, atjaunojoties augājam intensīvu meždegu vietās, jau pēc gada vai diviem parādās ķērpji *Cladonia pyxodata*, *C. deformis*, *C. cocifera* un sūnas *Pohlia nutans*, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum piliferum*. Ugunsroku vietās mežā pioniersugas parasti ir *Funaria hygrometrica*, *Pohlia nutans*, *Dicranella heteromala*, *Tortula ruralis* un citas sūnu sugas, kas pirmās kolonizē izdegušo virsu, bet jau pēc 10–15 gadiem šīs sugas izzūd, tās nomaina apkārtējai mežaudzei raksturīgās sugas.

Skujkoku mežaudzes attīstības ciklā jaunaudzēs lielāka varbūtība ir sastapt eksplerentas (ruđerālas) dzīves stratēģijas sūnu sugas – *Ceratodon purpureus*, *Bryum argentum*, *B. caespitosa*, kuras vēlāk, pieaugot audzei, nomainās ar stresolerantām sugām

*Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, bet, audzei sasniedzot briestaudzes vecumu, jau pilnībā dominējošās ir izturīgās un konkurētspējīgās *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *D. scoparium*, *Ptilium crista-castrensis* un citas skujkoku meža fona sugas. Sukcesiju stadijās ķērpji, salīdzinot ar sūnām, ir inertāki, sūnas ātrāk vairojas, tām ir lielāki pieaugumi un ir lielāka izplatīšanās spēja (Мальшева, 1992).

Sūnas sekmē **dabiskās atjaunošanās procesus**, ietekmē zemsedzes vaskulāro augu sugu sastāvu un indivīdu daudzumu. Sausos skujkoku mežos bagātīgs sūnu stāvs, ko veido *Pleurozium schreberi* un *Dicranum polysetum*, veicina dabisko priedes un arī egles atjaunošanos. Sūnas sekmē mitruma saglabāšanos zemsegā un augsnes virsējā minerālajā daļā, iekrītot sēklām mitrās sūnās, tās ilgāku laiku saglabā dīgstspēju. Tāpēc sūnu stāvs veicina paaugas veidošanos, jo saglabā mežam vajadzīgos normālus mitruma apstākļus.

Šo pieņēmumu apstiprina V. Langes priedes dabiskās atjaunošanās pētījumi priežu silā (paaugas uzskaitē 73 500–700 m<sup>2</sup> lielos parauglaukumos) dažādās Latvijas vietās (Lange, 1941). Jauno priedīšu skaitam ir pozitīvas un statistiski būtiskas ( $p < 0,05$ ) sakarības ( $r = 0,41$ ) ar *Pleurozium schreberi* un *Dicranum polysetum* daudzumu, bet negatīvas sakarības ( $r = -0,36$ ) ar ķērpju *Cladonia* spp. un *Cetraria* spp. daudzumu zemsedzē (Lange, 1941). Arī citi autori savos pētījumos ir nonākuši pie līdžīgām atziņām par sūnu labvēlīgo ietekmi uz dabiskajiem meža atjaunošanās procesiem. Tātad priedes paaugas izdzīvošanas varbūtība pēc V. Langes pētījuma datiem ar izmainītu sūnu stāvu ir mazākā, salīdzinot ar dabiski neizmainītu sūnu sastāvu.

Nereti gan sastopami arī pretēji apgalvojumi, proti, ka priede dabiski labāk atjaunojas, ja ir novākta zemsedze (arī ķērpji un sūnas), meža pakaiši un ir atkailināta minerālaugsne (Melderis, 1929; 1930; Upīts, 1939).

## ĶĒRPJU UN SŪNU FLORAS DAUDZVEIDĪBA

Latvijas ķērpju un sūnu taksonu saraksts (Āboliņa u. c., 2015) dod iespēju analizēt **ķērpju un sūnu sistemātisko struktūru**, kas atspoguļo sugas līmeņa nacionālo bioloģisko dažādību.

Latvijas ķērpju taksonu sarakstā ir iekļauti 588 taksoni (573 sugas, piecas pasugas, astoņas varietātes un divas formas). Igaunijā 20. gs. ir uzskaitīti 863 taksoni (Randlane & Saag, 2000), bet Lietuvā – 511 ķērpju sugas (Motiejūnaite, 1999).

Latvijas ķērpju ģintis sakārtotas dzimtās, vadoties pēc Lielbritānijas un Īrijas ķērpju apskata sistemātiskās struktūras (Smith *et al.*, 2009). Latvijas ķērpju sugas pieder pie 65 dzimtām un 159 ģintīm.

Ar sugām bagātākās ir divas dzimtas: *Parmeliaceae* – 74 sugas (12,9 % no kopskaita) un *Cladoniaceae* – 63 sugas (10,9 %). Bet pirmās sešas dzimtas (*Parmeliaceae*, *Cladoniaceae*, *Physciaceae*, *Ramalinaceae*, *Lecanoraceae* un *Verrucariaceae*) ietver pusi (287 sugas jeb 50,0 %) no visām pašlaik Latvijā zināmajām sugām. Pirmās 10 dzimtas ietver 363 sugas (63,3 %), pirmās 20 dzimtas – 479 sugas (83,3 %), bet pirmās 30 dzimtas – 90,5 % (1. tab.).



1. tabula. Ķērpju un sūnu floras daudzveidības parametri  
 Table 1. Characteristics of lichen and bryophyte diversity

Daudzveidības rādītāji <i>Parameters of diversity</i>	Ķērpji <i>Lichens</i>	Sūnas <i>Bryophytes</i>
Dzimtu skaits <i>Number of families</i>	65	73
Sugu skaits 10 vadošajās dzimtās <i>Number of species in 10 species-richest families</i>	363 (63,3 %)	266 (47,6 %)
Sugu skaits 20 vadošajās dzimtās <i>Number of species in 20 species-richest families</i>	479 (83,5 %)	390 (69,8 %)
Ģinšu skaits <i>Number of genera</i>	159	201
Sugu skaits 10 vadošajās ģintīs <i>Number of species in 10 species-richest genera</i>	216 (37,0 %)	152 (27,2 %)
Sugu skaits 20 vadošajās ģintīs <i>Number of species in 20 richness genus</i>	306 (52,5 %)	222 (39,7 %)
Sugu skaits <i>Number of species</i>	573	559
Vidējais sugu skaits dzimtā <i>Mean number of species per family</i>	8,8	7,7
Vidējais sugu skaits ģintī <i>Mean number of species per genus</i>	3,6	2,8
Vidējais ģinšu skaits dzimtā <i>Mean number of genus per family</i>	2,4	2,7
Monotipisku dzimtu skaits <i>Number of monotypic families</i>	18 (27,8 %)	15 (20,5 %)
Monotipisku ģinšu skaits <i>Number of monotypic genera</i>	83 (52,2 %)	102 (50,7 %)

No ģintīm sugām bagātākā ir kladoniju *Cladonia* ģints (63 sugas, 10,9 % no sugu kopskaita). Kladonijas galvenokārt ir epigeīdi, pārsvarā smilšainās augsnēs, kā ar uz trūdošas koksnes augošas sugas. Otrā sugām bagātākā (19 sugas, 3,3 %) ir *Peltigera* ģints ar tāpat smilšainā substrātā augošām sugām. Starp citām vadošajām ķērpju ģintīm ar epifītām sugām bagātākās ir *Lecanora* (30 sugas), *Arthonia* (14), *Pertusaria* (12) un *Ramalina* (12) ģintis, kurās vairāk kā puse ģints sugu ir lapukoku epifīti, kā arī *Usnea* ģints (15 sugas), kurā tāpat ir epifīti, kas sastopami kā uz skujkokiem, tā arī lapukokiem. Trīs sugām bagātas ģintis – *Verrucaria* (22 sugas), *Caloplaca* (15 sugas) un *Rhyzocarpon* (13 sugas) ir epiksīlām sugām bagātas ģintis. *Verrucaria* un *Caloplaca* ģints sugas priekšroku dod kaļķiežiem un dolomītiem, bet *Rhyzocarpon* ģints sugas – silikātiežiem.

Sūnu florā pašlaik ir zināmas 559, Igaunijā – 590 sugas (Vellak *et al.*, 2013), bet Baltkrievijā – 445 sūnu taksoni (Рыковский & Масловский, 2004, 2009).

Sūnas pieder pie 73 dzimtām. Latvijā starp sūnaugiem taksonomiski daudzveidīgākā ir potiju *Pottiaceae* dzimta (attiecīgi 22 ģintis un 43 sugas). Potiju dzimtas sugas izplatītas galvenokārt vides faktoru stipri ietekmētos, regulāriem traucējumiem pakļautos substrātos (smiltāji, pamatiežu atsegumi, cilvēka pārveidotas augtenes), sugas ir saistītas ar augāja primāro un sekundāro sukcesiju sākumstadijām. Otrā sugām bagātākā ir sfagnu *Sphagnaceae* dzimta ar 36 sugām, kas pieder vienai ģintij – *Sphagnum*. Ekoloģiski sfagni ir ar plašu

toleranci attiecībā pret augtenes mitruma apstākļiem un barības vielu saturu augsnē. Trešā ģintīm un sugām bagātākā (attiecīgi 13 ģintis un 33 sugas) ir strupknābju *Amblystegiaceae* dzimta. Strupknābju dzimtas sugām ir plašs ekoloģisko nišu spektrs – augsnes virskārta, koku pamatnes, trūdoša koksne utt. Desmit pēc sugu skaita vadošajās dzimtās ir pārstāvēta puse no visu sūnu sugu kopskaita – 265 sugas (49,6 % no kopējā sugu skaita).

Latvijas sūnu sugas pieder pie 201 ģints. Starp vadošajām ģintīm divu ģinšu – *Sphagnum* (36 sugas) un *Dicranum* (13 sugas) sugas ir meža zemsedzes sugas, *Orthotrichum* ģints sugas galvenokārt ir epifīti, bet arī pārsvarā mežaudžu sugas.

Salīdzinošos floristiskos pētījumos biežāk lietotie konkrēto floru dažādības rādītāji ir desmit vadošo (sugām bagātāko) dzimtu un ģinšu secība un sugu skaits tajās, kā arī vidējais sugu skaits dzimtā un ģintī.

Vadošajās ķērpju dzimtās un arī ģintīs, salīdzinot ar vadošajām sūnu dzimtām un ģintīm, ir ievērojami lielāks sugu skaits (1. tabula). Tātad Latvijā ir vairākas sugām salīdzinoši bagātākas ķērpju dzimtas (*Parmeliaceae*, *Cladoniaceae*, *Physciaceae* u. c.) un ģintis (*Cladonia*, *Lecanora*, *Verrucaria* u. c.), sūnu sugām bagātu dzimtu ir mazāk, sugu skaits dzimtās un ģintīs ir izlīdzinātāks. Tāpēc arī vidējais sugu skaits dzimtā un ģintī sūnu taksoniskajā sistēmā ir mazāks, ķērpju – lielāks.

Par floras savdabību, nosacīti arī piesātinātību ar retiem un ļoti retiem taksoniem, liecina monotipisku dzimtu (florā pārstāvēta ar vienu ģinti un vienu sugu) un ģinšu (pārstāvēta tikai ar vienu sugu) skaits. Monotipisku ģinšu īpatsvars kā ķērpju, tā arī sūnu florā ir līdzīgs, bet monotipisku dzimtu proporcija ķērpjiem, salīdzinot ar sūnām, ir lielāka.

Liela daļa ķērpju un sūnu sugas ir **sastopamas tikai mežā**, un dabiski iekļaujas mežaudzes sugu kopējā kompozīcijā. Latvijas mežos konstatētas 304 ķērpju sugas, galvenokārt epifīti un epigeīdi, kas ir 60,3 % no Latvijā 21. gs. sākumā zināmajām 503 ķērpju sugām (Piterāns, 2001a). Ar sugām bagātākās meža ķērpju florā ir piecas dzimtas: *Cladoniaceae* (49 sugas jeb 16,1 % no meža ķērpju sugu skaita), *Parmeliaceae* (43 jeb 14,1 %), *Bacidiaceae* (24 jeb 7,9 %), *Physciaceae* (22 jeb 7,2 %), *Lecanoraceae* (19 jeb 6,3 %). 47 meža ķērpju sugas ir iekļautas Latvijas Republikas Ministru kabineta apstiprinātajā īpaši aizsargājamo sugu sarakstā, kurā kā saudzējamas ir minētas 56 ķērpju sugas (Anon., 2001).

Latvijas meža sūnu sarakstā ir iekļautas 298 sugas, kas ir 58 % no Latvijā konstatēto 512 sūnu sugu kopskaita (Āboliņa, 2001a). Ar meža sūnām bagātākās dzimtas ir *Brachyteciceae* (24 sugas jeb 8,1 % no meža sūnu sugu skaita), *Sphagnaceae* (23 jeb 7,7 %), *Jungermanniaceae* (19 jeb 6,4 %), *Dicranaceae* (19 jeb 6,4 %) un *Amblystegiaceae* (19 jeb 6,4 %). 50 meža sūnu sugas ir ierakstītas kopējā (137 sugas) Latvijas īpaši aizsargājamo sūnu sugu sarakstā (Anon., 2001).

## SŪNU UN ĶĒRPJU PĒTĪJUMI DABISKAJOS MEŽA BIOTOPOS

Pēdējo desmit gadu laikā liela uzmanība Latvijā tiek pievērsta dabisko mežu biotopiem, kas pēc jaunākās literatūras datiem uzskatāmi arī par Eiropas Savienības

nozīmes īpaši aizsargājamiem biotopiem (Auniņš (red.), 2013). Balstoties uz metodiku, meža biotopi var tikt izdalīti, pateicoties pietiekamam audzes struktūru (sausokņi, kritālas, vainagu atvērumi utt.) daudzumam un/vai indikatorsugām, kas varētu liecināt par biotopu speciālistu sugu klātbūtni, kuru eksistenci nodrošina specifiski vides apstākļi (Ek *et al.*, 2002; Priedītis, 2002). Speciālistu sugas nespēj pastāvēt apsaimniekotos mežos. Tādējādi ir pamats uzskatīt, ka dabiskajos meža biotopos sastopamas retas un apdraudētas sugas, tai skaitā sūnas un ķērpji, īpaši, ņemot vērā, ka dabisko meža biotopu inventarizācijas metodikā minētas 84 biotopu speciālistu un indikatorsugas, no kurām 55 pārstāv ķērpjus un 29 sūnas (Ek *et al.*, 2002). Laika gaitā ir veiktas nelielas izmaiņas sugu sarakstos. Salīdzinot Ek *et al.* (2002) darbu ar jaunāko publicēto materiālu (Auniņš (red.), 2013), pēdējā versijā visas *Lophozia* un *Scapania* ģintis sugas uzskatāmas par speciālajām biotopu sugām (agrāk (Ek *et al.* (2002) par tādām uzskatītas tikai četras smaillapju un lāpstīšu sugas – *Lophozia ascendens*, *Lophozia incisa*, *Scapania apiculata* un *Scapania nemorea*). Jaunākajā versijā speciālo biotopu sugu kopā iekļautas arī tādas sūnu sugas kā *Barpilophozia attenuata*, *Nowellia curvifolia* un *Sphagnum wulfianum*. Tāpat meža biotopu indikatorsugu kopu ir papildinājis rets epifitais ķērpis – *Mycoblastus sanguinarius* (Auniņš (red.), 2013).

Sūnas un ķērpji ir būtiski meža biotopu kvalitātes indikatori. Sūnas spēj būt labi indikatori noteiktai meža attīstības stadijai vai retam substrātam, tās var pētīt pārsvarā visa gada garumā. To norāda fakts, ka gandrīz visos izdalītajos Eiropas Savienības Biotopu direktīvas I pielikumā ietvertajos meža biotopos sūnas un ķērpji ir iekļauti lietussargsugu sarakstā, izņemot vienīgi skujkoku mežus uz osveida reljefa formām. Lielākoties dabisko meža biotopu indikatori ir epifitiskās un epiksīlās sugas (Auniņš (red.), 2013).

Veicot dabisko meža biotopu inventarizāciju, Latvijas valsts mežos tika iegūti dati par daudzu sugu jaunām atradnēm. Tādējādi dodot papildus zināšanas par sūnu un ķērpju sugu izplatību. Noslēguma pārskatā par dabisko meža biotopu inventarizāciju uzsvērts, ka, salīdzinot ar iepriekšējiem pētījumiem, strauji pieaudzis ķērpju *Lobaria pulmonaria*, *Menegazzia trilobata*, *Graphis scripta*, *Lecanactis abietina* un *Arthonia spadicea* zināmo atradņu skaits Latvijā. Vienas no visbiežāk konstatētajām sūnu sugām ir *Homalia trichomanoides* un *Neckera pennata*. Tiek minēts, ka atrastas daudzas jaunas un apdraudētas sugas, kā piemērus var minēt *Collemma* spp. (Bērmāns & Ek, 2003).

Izdalot dabiskos meža biotopus, strauji palielinājās interese par šo biotopu kvalitāti un kvantitāti. Tādējādi arī Latvijā ir veikti pētījumi, kas saistīti lielākoties ar epifītu daudzveidību dažāda veida dabiskajos meža biotopos (2. tab.). Latvijā var nodalīt divus pētījuma virzienus. Pirmkārt, tie darbi, kuri balstīti uz inventarizācijas laikā iegūtiem datiem un to turpmāku analīzi (Straupe *et al.*, 2005; Ikauniece *et al.*, 2012a; Mežaka *et al.*, 2015). Otrkārt, publikācijas, kurās atspoguļoti sūnu un ķērpju izpētes rezultāti jau iepriekš izdalītajos dabiskajos meža biotopos (valsts mežos) vai vēl neapsekotās mežaudzēs (privātajos mežos) (Straupe & Donis, 2006, 2007; Mežaka *et al.*, 2008; Mežaka *et al.*, 2010; Ikauniece *et al.*, 2012b; Madžule *et al.*, 2012; Mežaka *et al.*, 2012; Putna & Mežaka, 2014).

Apskatot pieejamo materiālu par publicētajiem pētījumiem pēdējo desmit gadu laikā, jāsecina, ka liela uzmanība veltīta tieši lapukoku dabiskajiem meža biotopiem un tur

sastopamajām epifītu sūnu un ķērpju sugām. Tikai viens raksts (Straupe & Donis, 2006) ir veltīts epifītisko ķērpju sugu bagātībai un sastāvam priežu dabiskajos meža biotopos. Lielākoties apskatīta gan sūnu, gan ķērpju sugu bagātība kopā. Dažos darbos izdala tikai dažas no epifītu sugām, proti, indikatorsugas, neveicot visu sugu uzskaiti dabiskajos meža biotopos (Mežaka *et al.*, 2015; Ikauniece *et al.*, 2012a; Ikauniece *et al.*, 2012b). Šajos darbos dati iegūti un analizēti no inventarizācijas datu bāzēm, neveicot pētījumu dabā. Lielākoties apskatīta ir sugu bagātība un to ietekmējošie faktori koka un mežaudzes līmenī. Dažos darbos veikta sugu sastāva un to noteicošo faktoru izpēte dabiskajos meža biotopos (Putna & Mežaka, 2014; Mežaka *et al.*, 2012). No visām 11 atrodamajām publikācijām lielākā daļa apskata abas organismu grupas, tikai divi raksti veltīti atsevišķi ķērpjiem (Straupe & Donis, 2006, 2007) un divi, savukārt, tikai sūnu izpētei (Madžule *et al.*, 2012; Putna & Mežaka, 2014). Četros darbos veikta tikai sūnu un ķērpju indikatorsugu analīze. Līdz ar to pilnīgs epifītu sugu skaits atspoguļots trīs pētījumos (Mežaka *et al.*, 2008; Mežaka *et al.*, 2010; Mežaka *et al.*, 2012).

Lielākoties pētījumos analizēti faktori un to saistība ar sūnu un ķērpju sastopamību uz dzīviem kokiem. Kā galvenie faktori, kas nosaka sūnaugu bagātību, minami koka suga, koka mizas pH un koka caurmērs (Mežaka *et al.*, 2009). Savukārt audzes līmenī būtiski faktori ir atbilstoši: mežaudzes platība, mežaudzes tips un vecums, kā arī dabiskajiem mežiem raksturīgo īpašo struktūru daudzums. Runājot par ķērpju sugu bagātību, pie būtiskiem faktoriem minama koka suga, koka mizas pH, koka caurmērs un ekspozīcija uz koka stumbra (2. tab.).

2. tabula. Svarīgākie aspekti dabisko meža biotopu pētījumos Latvijā.

Table 2. The most important aspects on the studies of woodland key habitats in Latvia

Avots <i>References</i>	Biotops <i>Habitat</i>	Atsevišķi koki vai mežaudze <i>Trees or forest stand</i>	Daudz- veidības parametri <i>Parameters of diversity</i>	Taksoni <i>Taxa</i>	Vides parametri <i>Environ- mental parameters</i>
Ikauniece <i>et al.</i> , 2012a	Lapukoku dabiskie meža biotopi	Mežaudze	Sugu skaits	Sūnu un ķērpju indika-torsugas	Dabiskam mežam raksturīgie struktūr- elementi
Ikauniece <i>et al.</i> , 2012b	Parastā ozola dabiskie meža biotopi	Mežaudze	Sugu skaits	Sūnu un ķērpju indika-torsugas	
Madžule <i>et al.</i> , 2012	Lapukoku dabiskie meža biotopi	Mežaudze	Sugu skaits, daudzums	Sūnas	Apsaimnie- košanas intensitāte
Mežaka <i>et al.</i> , 2008	Platlapju dabiskie mežu biotopi	Koks	Sugu skaits	Sūnas un ķērpji	Koka suga, koka caurmērs, mizas pH,
Mežaka <i>et al.</i> , 2010	Parastās apses dabiskie meža biotopi	Koks, mežaudze	Sugu skaits	Sūnas un ķērpji	Koka suga, mizas biežums, mizas pH, audzes vecums, audzes platība

Avots <i>References</i>	Biotops <i>Habitat</i>	Atsevišķi koki vai mežaudze <i>Trees or forest stand</i>	Daudz- veidības parametri <i>Parameters of diversity</i>	Taksoni <i>Taxa</i>	Vides parametri <i>Environ- mental parameters</i>
Mežaka <i>et al.</i> , 2012	Lapukoku dabiskie meža biotopi	Mežaudze, koks	Sugu skaits, sastāvs	Sūnas un ķērpji	Koka suga, koka caurmērs, mizas pH, mizas biezums, koka slīpums, audzes vecums, meža tips
Mežaka <i>et al.</i> , 2015	Dažādi dabisko meža biotopu tipi	Mežaudze	Sugu skaits	Sūnu un ķērpju indika-torsugas	Dabisko meža biotopu tips, mežaudzes platība, vecums
Putna & Mežaka, 2014	Dažādi dabisko meža biotopi	Mežaudze, koks	Sugu skaits, sastāvs	Sūnas	Koka suga, koka caurmērs, mizas pH, noēnojums, stumbra ekspozīcija
Straupe & Donis, 2006	Priežu dabiskie meža biotopi	Koks	Sugu skaits, daudzums	Ķērpji	Koka suga, augstums uz stumbra, stumbra ekspozīcija, toksitolerance
Straupe, 2005	Bērzu dabiskie meža biotopi	Mežaudze	Sugu skaits	Sūnu un ķērpju indika-torsugas	
Straupe & Donis, 2007	Ozolu dabiskie meža biotopi	Koks	Sugu skaits, daudzums	Ķērpji	Koka suga, augstums uz stumbra, stumbra ekspozīcija, apgaismo-jums, tem-peratūra, mitrums

## PĒTĪJUMU PERSPEKTĪVAS

Ķērpju un sūnu, sevišķi mežaudzes zemsedzes ekoloģijas pētījumos, pašlaik kā nozīmīgi tiek uzsvērti vairāki aspekti.

Pirmkārt, tā ir ķērpju un sūnu stāva ietekme uz dabisko meža atjaunošanos, sevišķi uz priedes dabiskās atjaunošanas spēju. Kā uzskatāmi parāda V. Langes, K. Meldera, A. Zviedra, Ž. Sūnas un citu mežkopju pētījumi, tad apgaismojums nebūt nav galvenais un noteicošais priedes atjaunošanos noteicošais faktors, bet gan daudzviet lielāka nozīme ir zemsedzes sugu sastāvam (lakstaugu, sīkkrūmu, ķērpju un sūnu attiecība), kokaugu sakņu konkurencei, zemsegas slāņa biezumam un sastāvam un citiem, galvenokārt edafiska rakstura faktoriem.

Otrkārt, īpaša bioloģiskā, ekoloģiskā un ģeogrāfiskā loma mūsu augu valstī un retos krūmāju (*Crataegus* un *Rosa* sabiedrības) un meža biotopos (*Lathyro nigri-Quercetum*, *Sesleria caerulea-Pinus sylvestris* sabiedrība) ir kalcifītām ķērpju un sūnu sugām. Kā zināms, Latvijā daudzviet ir sekla devona dolomīta iegulas, upju (Daugavas, Lielupes, Ventas u. c.) krastos bieži sastopami šo iežu atsegumi ar savdabīgu kalcifītu sugu sastāvu. Piemēram, desmitā daļa ķērpju sugu (74 sugas jeb 12,9 % no sugu kopskaita) ir sastopamas tikai uz kaļķiežiem vai arī uz karbonātiskām augsnēm; sūnu suga smaržīgā mannija *Mannia fragrans* Latvijā ir sastopama tikai Daugavas ielejā uz dolomīta atsegumiem simtiem kilometrus uz ziemeļiem no sugas pamatareāla submeridionālajā un meridionālajā Eirāzijā (Jermacāne & Laiviņš, 2001). Pašlaik šie savdabīgie dolomīta atsegumi ar smaržīgo manniju jau daudzviet ir aizauguši ar jaunajām apsītēm un blīvām rožu saudzēm. Kalcifītajam ķērpju un sūnu kompleksam ir arī ļoti nozīmīga indikatorloma vides acidifikācijas un eitrofikācijas procesu atpazīšanā.

Treškārt, aktīvi epifīto un epiksīlo ķērpju un sūnu pētījumi, kas Latvijā tika uzsākti 20. gs. beigās un turpinās arī pašlaik, ir ievērojami bagātinājuši ķērpju un sūnu sugu klāstu. Turpinot šos pētījumus, Latvijā sagaidāmi vēl daudz jaunu atklājumu un nozīmīgu ķērpju un sūnu sugu floras papildinājumu (ļoti retas sugas, sugas ar ierobežotu izplatību, invazīvas sugas utt.).

## LITERATŪRA

- Anon., 2001.** *Sugu un biotopu aizsardzība Latvijā*. Rīga, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 48 lpp.
- Apinis, A., Diogucs, A. M. 1933.** Data on the ecology of Bryophytes. I. Acidity of the substrata of Hepaticae. *Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis* VIII. 1–19.
- Apinis, A., Lācis, L. 1934/1935.** Data on the ecology of Bryophytes. II. Acidity of the substrata of Musci. *Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis* IX/X: 1–100.
- Auniņš, A. (red.) 2013.** Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. precizētais izdevums. Rīga, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 358 lpp.
- Āboliņa, A. 2008.** Sūnas uz trupošas koksnes Latvijā. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti* 20 (315): 103–116.
- Āboliņa, A. 2001.** Latvijas sūnu saraksts. *Latvijas Veģetācija* 3: 47–87.
- Āboliņa, A. 2001a.** Meža biotopu sūnu flora. Grām.: Laiviņš, M., Āboliņa, A., Bамbe, B., Baumanis, J., Donis, J., Gailis, J., Jermacāne, S., Lārmanis, V., Piterāns, A., Spuņģis, V., Vilka, I., Znotiņa, V. *Kritēriju izstrāde meža visu līmeņu bioloģiskās daudzveidības novērtējumam Latvijā*. Rokraksts. Salaspils, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”, 59.–62. lpp.
- Āboliņa, A., Bамbe, B. 2005.** Latvijas egļu mežu briofloras raksturojums. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti* 14 (309): 15–29.
- Āboliņa, A., Piterāns, A., Bамbe, B. 2015.** *Latvijas ķērpji un sūnas. Taksonu saraksts*.

- Salaspils, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", DU AA „Saule”, 245 lpp.
- Bambe, B. 1991.** Dažu sfagnu sugu augšanas dinamika Teiču Valsts rezervātā. *Mežsaimniecība un Mežrūpniecība* 1: 43–45.
- Bambe, B. 2000.** Epiksilās un epifitiskās augu sabiedrības uz koku stumbriem un trupošiem kokiem mazo upju krastos. Grām.: Kļaviņš, M. (red.) *Latvijas Universitātes 58. Zinātniskās konferences Zemes un Vides zinātņu sekcijas Referātu tēzes*. Rīga, Latvijas Universitāte, 14.–18. lpp.
- Bambe, B. 2008.** Sūnu izplatību ietekmējošie faktori uz trupošas skujkoku koksnes. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti* 20: 93–102.
- Bērmanis, R., Ek, T. 2003.** *Dabisko meža biotopu inventarizācija Latvijas valsts mežos. Noslēguma pārskats 1997–2002*. Rīga, 71 lpp.
- Ek, T., Suško, U., Auziņš, R. 2002.** *Mežaudžu atslēgas biotopu inventarizācija. Metodika*. Rīga, Latvijas Valsts Meža dienests. Zviedrijas Ūstra Götland Meža pārvalde, 76 lpp.
- Ikauniece, S., Brūmelis, G., Kondratovičs, T. 2012b.** Naturalness of *Quercus robur* stands in Latvia, estimated by structure, species, and processes. *Estonian Journal of Ecology* 61 (1): 64–81.
- Ikauniece, S., Brūmelis, G., Zariņš, J. 2012a.** Linking woodland key habitats inventory and forest inventory data to prioritize districts needing conservation efforts. *Ecological Indicators* 14: 18–26.
- Jermacāne, S., Laiviņš, M. 2001.** Dry calcareous dolomite outcrop and grassland communities on the Daugava River bank near „Dzelmes”. *Latvijas Veģetācija* 4: 51–70.
- Kimmins, J. P. 1987.** *Forest Ecology*. New York, London, Macmillan Publishing Company, 531 p.
- Lange, V. 1941.** Dabiskā meža atjaunošanās silā atkarībā no augsnes un zemeszemes rakstura. *Jelgavas Lauksaimniecības Akadēmijas Raksti. Mežsaimniecības fakultāte* 1 (3): 263–301.
- Madžule, L., Brūmelis, G. 2008.** Ecology of epixylic bryophytes in Eurosiberian alder swamps of Latvia. *Acta Universitatis Latviensis* 745: 103–114.
- 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.
- Madžule, L., Brūmelis, G., Tjarve, D. 2012.** Structures determining bryophyte species richness in a managed forest landscape in boreo-nemoral Europe. *Biodiversity and Conservation* 21: 437–450.
- Melderis, K. 1929.** Meža ieaudzēšanu sekmējoši un traucējoši faktori. *Lauksaimniecības Mēnešraksts* 3: 195–207.
- Melderis, K. 1930.** Ekspozīcijas nozīme mežaudžu atjaunošanā un augšanā. Rīga, Latviešu Zemnieku savienības spiestuve, 13 lpp.
- Mežaka, A., Brūmelis, G., Piterāns, A. 2008.** The distribution of epiphytic bryophyte and lichen species in relation to phorophyte characters in Latvian natural

- old-growth broad leaved forests. *Folia Cryptogamica Estonica, Fasc.* 44: 89–99.
- Mežaka, A., Brūmelis, G., Piterāns, A. 2010.** Epiphytic bryophyte and lichen communities in relation to tree and forest stand variables in *Populus tremula* forests of south-east Latvia. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis* 2: 1407–8953.
- 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: 3221–3241.
- Mežaka, A., Putna, S., Erta, I. 2015.** Evaluation and long-term conservation perspectives of Woodland key habitat bryophyte and lichen indicators in Latgale. In: *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference, Rēzekne, June 18–20, 2015.* Rēzekne, Rezekne Higher Education Institution, Faculty of Engineering, Vol. 2, pp. 197–201.
- Mežaka, A., Strazdiņa, L., Madžule, L., Liepiņa, L., Znotiņa, V., Brūmelis, G., Piterāns, A., Hultengren, S. 2009.** Bryophyte and lichen flora in relation to habitat characteristics in Moricsala Nature Reserve, Latvia. *Latvijas Veģetācija* 18: 65–88.
- Motiejūnaite, J. 1999.** Checklist of lichens and allied fungi of Lithuania. *Botanica Lithuanica* 5 (3): 251–269.
- Nikodemus, O. 1991.** Ķīmisko elementu koncentrācija *Sphagnum magellanicum* sūnā Latvijā. *Latvijas Ārsts* 6: 41–48.
- Nikodemus, O., Brūmelis, G. 1994.** The spatial dynamics of atmospheric pollution in Latvia and Baltic Republics, as measures in mosses, topsoil and precipitation. *GeoJournal* 33(1): 71–80.
- Piterāns, A. 2001.** Latvijas ķērpju konspekts. *Latvijas Veģetācija* 3: 5–46.
- Piterāns, A. 2001a.** Meža biotopu ķērpju flora. Grām.: Laiviņš, M., Āboliņa, A., Bambe, B., Baumanis, J., Donis, J., Gailis, J., Jermacāne, S., Lārmanis, V., Piterāns, A., Spuņģis, V., Vilka, I., Znotiņa, V. *Kritēriju izstrāde meža visu līmeņu bioloģiskās daudzveidības novērtējumam Latvijā.* Rokraksts. Salaspils, Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts „Silava”, 56.–59. lpp.
- Piterāns, A., Bērziņa, S. 1990.** Rīgas pilsētas lihenindikācija. Grām.: Balodis, V. u. c. (red.) *Latvijas Ekoloģija.* Rīga, Informatīvais Biļetens 2, 61.–67. lpp.
- Priedītis, N. 2002.** Evaluation frameworks and conservation system of Latvian forests. *Biodiversity & Conservation* 11 (8): 1361–1375.
- Putna, S., Mežaka, A. 2014.** Preferences of epiphytic bryophytes for forest stand and substrate in North-East Latvia. *Folia Cryptogamica Estonica, Fasc.* 51: 75–83.
- Randlane, T., Saag, A. 2000.** Biogeographical survey of Estonian lichen flora, with reference to conservation strategies. *Forest Snow and Landscape Research* 75 (3): 381–390.
- Schofield, W. B. 2001.** *Introduction to Bryolog.* New Jersey, The Blackburn Press, 434 p.
- Smith, C. W., Aptroot, A., Coppins, B. J., Fletcher, A., Gilbert, O. L., James, P. W., Wolseley, P. A. (eds.) 2009.** *The lichenes of Great Britain and Ireland.* The British



Lichen Society, 1046 p.

- Straupe, I. 2005.** The characteristics of birch natural woodland habitats in Latvia. In: Gaile Z. et al. (eds.) *Proceedings of International Scientific Conference "Research for Rural Development"*, Jelgava, May 13–15, 2015. Jelgava, Latvia University of Agriculture, pp. 221–226.
- Straupe, I., Donis, J. 2007.** The lichenoidindicative evaluation of oak woodland key habitats. Z. Gaile et. al. (Eds.) In: Gaile Z. et. al. (eds.) *Proceedings of International Scientific Conference "Research for Rural Development"*, Jelgava, May 16–18, 2007. Jelgava, Latvia University of Agriculture, pp. 188–195.
- Straupe, I., Donis, J. 2006.** The lichenoidindicative evaluation of pine natural woodland key habitats. In: Gaile Z. et. al. (eds.) *Proceedings of International Scientific Conference "Research for Rural Development"*, Jelgava, May 19–22, 2006. Jelgava, Latvia University of Agriculture, pp. 276–283.
- Strazdiņa, L. 2010.** Bryophyte community composition on an island of lake Cieceres, Latvia: dependence on forest stand and substrate properties. *Environmental and Experimental Biology* 8: 49–58.
- Upīts, H. 1939.** IV. *Mežkopība. Rokas grāmata mežkopjiem*. Otrais izdevums. Rīga, Meža Departamenta izdevums, 198 lpp.
- Vellak, K., Kannukene, L., Leis, M., Ingerpuu, N. 2013.** New Estonian records: Moosses. *Folia Cryptogamica Estonica* 50: 121–122.
- Zālītis, P. 2012.** *Mežs un ūdens*. Salaspils, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", 356 lpp.
- Аболинь, А. А. 1968.** *Листостебельные мхи Латвийской ССР*. Рига, Зинатне, 329 стр.
- Аболинь, А. А. 1974.** Изменение структуры мохового покрова в зависимости от распределения осадков под пологом леса. *Экология* 3: 51–56.
- Буш, К. К., Аболинь, А. А. 1968.** Строение и изменение растительного покрова важнейших типов леса под влиянием осушения // Буш, К. К. (ред.) *Вопросы гидролесомелиорации*. Рига, Зинатне, стр. 71–126.
- Грант, В. 1991.** *Эволюционный процесс*. Москва, Мир, 486 стр.
- Малышева, Т. В. 1992.** *Роль мохообразных и лишайников в жизни леса*. Москва, т. I, 219 стр., т. II, 169 стр.
- Питеранс, А. 1982.** *Лишайники Латвии*. Рига, Зинатне, 351 стр.
- Рыковский, Г. Ф., Масловский, О. М. 2004.** *Флора Белоруси. Мохообразные*. Том 1. *Andreaeopsida – Bryopsida*. Минск, Тэхналогія, 437 стр.
- Рыковский, Г. Ф., Масловский, О. М. 2009.** *Флора Белоруси. Мохообразные*. Том 2. *Hepaticopsida – Sphagnopsida*. Минск, Беларуская навука, 213 стр.

## LICHENS AND MOSSES IN FOREST ECOSYSTEMS

Linda Gerra-Inohosa, Māris Laiviņš

## Summary

This paper provides an overview of the importance of bryophytes and lichens in forest ecosystem, functioning and dynamics, representing the most of the investigations in Latvia. The following topics were examined: characteristics of lichen and bryophyte nutrition and productivity, ecology (soil moisture, substrate acidity), indication of environmental conditions, phytosociology and biological diversity. The bryophyte and lichen role in restoration processes of forest, calcareous species biology, ecology and geographical aspects as well as importance of woodland key habitats in preserving the diversity of bryophytes and lichens are mentioned as potential research fields for Latvia.

Key words: lichen and bryophyte ecology, phytosociology, diversity, Latvia.