



Latvijas Etnogrāfiskā brīvdabas muzeja koka celtnu mikoloģiskā izpēte Mycological Investigation of Wooden Buildings in the Latvian Ethnographic Open-Air Museum

Ilze Irbe

Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts
Latvian State Institute of Wood Chemistry
e-mail: ilzeirbe@edi.lv

Mitko Karadelev

Maķedonijas Republikas Sv. Kirila un Metodija Universitātes Bioloģijas institūts
Institute of Biology, St. Cyril and Methodius University, The Republic of Macedonia
e-mail: mitkok@iunona.pmf.ukim.edu.mk

Abstract. A total of 78 buildings were inspected for wood biodegradation in the Latvian Ethnographic Open-Air Museum, founded in 1924, in Riga. Most of the buildings were in good condition; however, some of them sustained considerable fungal damage. Altogether 58 fungal species belonging to the phyla *Basidiomycota* (51), *Ascomycota* (3) and *Protozoa* (*Myxomycota*) (4) were identified in the wooden constructions. The majority of the fungi (64 cases) were recorded on outdoor wood, including roofs, outer walls, doorsteps, fences, poles, logs, benches, beehives, etc., whereas only 13 cases of fungal damage were observed indoors. The most common genera found in the buildings were *Gloeophyllum*, *Athelia*, *Hyphoderma*, *Antrodia*, *Botryobasidium*, *Hyphodontia*, and *Mycena*. The majority of the identified fungi were corticoid species (28). Nine corticoids such as *Aleurodiscus fennicus*, *Athelia decipiens*, *Botryobasidium vagum*, *Crustoderma dryinum*, *Hyphoderma obtusifforme*, *Hyphodontia detritica*, *Trechispora farinacea*, *Tubulicrinis gracillimus*, and *Tubulicrinis subulatus* were new for the Latvian mycobiota. The diversity of white-rot species as well as the frequency of white-rot damage prevailed over the brown-rot more than twice. The research suggests that fungal diversity and frequency in the construction wood were affected by substrate (softwood/hardwood) and decay localization (indoors/outdoors).

Key words: Latvian Ethnographic Open-Air Museum, mycodiversity, ecology, brown-rot, white-rot.

Ievads

Koksne kā celtniecības materiāls ir pakļauta vides kaitīgai ietekmei, ieskaitot mikroorganismu izraisīto bionoārdīšanos. Visbīstamākās koksnei ir trupes sēnes, kas noārda sarežģītus koksnes polimērus līdz vienkāršiem produktiem, kurus asimilē sēņu hifas. Koksnes noārdīšanas rezultātā novērojami masas un stiprības zudumi. Tipisks trupēšanas cikls sākas ar koksnes substrāta inficēšanu – sēnes hifas iespiežas un izplatās kokaudos, izraisot koksnes šūnu bojājumus. Piemērotos apstākļos micēlijs attīstās, veidojot dažādu formu augļķermeņus. Augļķermeņu parādīšanās parasti liecina par progresējušu koksnes trupes stadiju (Singh, 1994).

Vairums koksnes trupes sēņu pieder bazīdijsēņu nodalījumam. Parastākās iekšējo un ārējo konstrukciju noārdītājas ir brūnās trupes sēnes *Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana*, *Antrodia* spp., *Gloeophyllum* spp., *Lentinus lepideus*, *Paxillus panuoides* (Rayner, Boddy, 1988; Singh, 1994; Schmidt, 2006) un baltās trupes sēnes *Donkioporia*

expansa, *Asterostroma* spp., *Phellinus contiguus* un *Pleurotus ostreatus* (Singh, 1994).

Koksnes mikroskopisko un makroskopisko sēņu izraisīto celtniecības koksnes bojājumu izpēte Latvijā veikta no 1996. līdz 2007. gadam, kad tika apsekotas 300 privātas un publiskas ēkas, kā arī vairāk nekā 20 kultūras pieminekļi un senas celtnes, ieskaitot pilis, muižas un baznīcas (Irbe u.c., 2009).

Šī pētījuma mērķis bija izpētīt koksnes sēņu daudzveidību un izplatību Latvijas Etnogrāfiskajā brīvdabas muzejā, Rīgā. Muzejs kā izcila Latvijas kultūras vērtība ir viens no vecākajiem brīvdabas muzejiem Eiropā, dibināts 1924.gadā. Muzeja teritorijā ir saglabātas 118 koka senceltnes – zemnieku, amatnieku un zvejnieku dzīvojamās, saimniecības un sabiedriskās ēkas, kuras savulaik celtas Vidzemē, Kurzemē, Zemgalē, Latgalē un Augšzemē (17. gs. – 20. gs. sākums). Mūsu pētījums ietvēra (i) muzeja objektu mikoloģisko apsekošanu, (ii) materiālu ievākšanu un (iii) koksnes sēņu identificēšanu laboratorijā.



1. att. Ostas noliktava, Kurzeme, Liepāja, 1697. g.; objektā identificētas deviņas koksnes sēņu sugas.
Fig. 1. Harbour warehouse, Kurzeme, Liepāja, 1697; nine fungal species were identified in the object.



2. att. Vārāmais namiņš – slietenis, Ainaži, 1850.g., Vidzemes zemnieka sēta;
objektā identificētas septiņas koksnes sēņu sugas.
Fig. 2. Summer kitchen, Ainaži, 1850, a peasant's homestead in Vidzeme;
seven fungal species were identified in the object.



3. att. Seni bišu stropi pie dzīvojamās rījas, Jeri, 19. gs., Vidzemes zemnieka sēta;
objektā identificētas sešas koksnes sēņu sugas.

Fig. 3. Old beehives at the threshing-dwelling house, Jeri, 19th cent., a peasant's homestead in Vidzeme;
six fungal species were identified in the object.



4. att. Kalpu rinka – atjaunota pēc ugunsgrēka, Sīpele, no 2005. g., Zemgales zemnieka sēta;
objektā identificētas četras koksnes sēņu sugas.

Fig. 4. A renewed farm labourer's outbuilding, Sīpele, from the year 2005, a peasant's homestead in Zemgale;
four fungal species were identified in the object.

Materiāli un metodes

Muzeja celtnu mikoloģiskā apsekošana

Latvijas Etnogrāfiskajā brīvdabas muzejā apsekotas 78 senceltnes ar apkārt esošajiem koksnes objektiem (sētām, akām, bišu stropiem u.c.), ieskaitot Lībiešu zvejnieku sētu, Kurzemes zvejnieku ciemu, Vidzemes zemnieku un jaunsaimnieku sētas, Latgales ciemu, Zemgales zemnieku sētu u.c.

Ēku celtniecībā izmantoti skujkoku (priede un egle) materiāli, bet atsevišķas konstrukcijas, piemēram, sētas, dažviet veidotas no lapu koksnes. Mikoloģiskais materiāls ievākts no ēku sienām, griestiem, grīdām, jumtu konstrukcijām, trepēm, sētām, seniem bišu stropiem. Inficētais objekts vispirms tika atzīmēts kartē un aprakstīta bojājuma lokalizācija, tad bojājumu vieta tika nofotografēta un sēnes auglķermeņi ar nazi atdalīti no substrāta, ievietoti plastmasas maisiņos un sanumurēti. Pētījumā reģistrēti tikai tie bojājumu gadījumi, kuros uz koksnes bija izveidojušies sēņu auglķermeņi, kas liecināja par sēņu aktīvu attīstību. Vairākos gadījumos ārējās konstrukcijās konstatēta veca koksnes trupe bez redzamām sēņu attīstības stadijām. Šajās vietās nebija atrodams ne sēņu micēlijs, ne auglķermeņi, tādēļ nebija iespējams noteikt trupes izraisītāju sugas. Šie gadījumi pētījumā netika iekļauti.

Sēņu identificēšana

Ievāktie sēņu paraugi tika nogādāti laboratorijā, izžāvēti istabas temperatūrā un sagatavoti mikroskopēšanai. Sēņu identificēšana veikta ar stereomikroskopu M8 (*Leica*) (paliel. 50×) un gaismas mikroskopu DMLB (*Leica*) (paliel. 200×; 400×; 1000×). Trupes sēņu sugas noteiktas pēc raksturīgām morfoloģiskām pazīmēm. Sēņu mikroskopiskie attēli uzņemti ar videokameru „Leica DFC490” un apstrādāti ar attēlu analīzes programmu “Image-Pro Plus”. Mikroskopijas attēli saglabāti kompjūtera datu bāzē.

Sēņu preparātu iekrāsošanai izmantoti reaģenti: Melcera reaģents, 5% KOH, kokvilnas zilais un sulfovanilīns. Bazīdijsēnes identificētas pēc šādiem noteicējiem un rokasgrāmatām: Eriksson and Ryvarde (1973-1976), Eriksson et al. (1978-1984), Jülich (1984), Moser (1984), Breitenbach and Kränzlin (1986-2005), Hjortstam et al. (1987-1988), Ryvarde (1991), Ryvarde and Gilbertson (1993-1994), Bech-Andersen (1995). Visas kortīciju sugas attiecinātas uz *Corticaceae* s. lat. grupu (Breitenbach, Kränzlin, 1986). Glotsēnes identificētas pēc Neubert et al. (1993-2000), askusēnes – pēc Hansen and Knudsen (2000), Breitenbach and Kränzlin (1984), un anamorfās sēnes – pēc Samson et al. (2002). Sēņu nosaukumi doti saskaņā ar *Index Fungorum* (2004) interneta datubāzes nosaukumiem. Sēņu paraugi saglabāti LV Koksnes ķīmijas institūta

Koksnes bionoārdīšanās un aizsardzības laboratorijas sēņu kolekcijā.

Skenējošā elektronu mikroskopija (SEM)

Koksnes paraugi piestiprināti paraugu turētājam ar speciālo līmi, apputrināti ar zeltu un pētīti ar JEOL skenējošo elektronu mikroskopu JSM 840 A, 15 kV pieaugošā spriegumā. Elektronu mikrogrāfijas saglabātas PC datu bāzē kā TIF faili. Šajā pētījumā iekļauti tikai vēlīnās koksnes šūnu attēli, jo to biežajām šūnu sienām bija izteiktākas strukturālās izmaiņas pēc sēņu iedarbības, salīdzinot ar agrīno šūnu plānajām sienām.

Rezultāti un diskusija

Koksnes sēņu izplatība muzeja celtnēs

Latvijas Etnogrāfiskajā brīvdabas muzejā uz koka konstrukcijām ievāktas un identificētas 58 koksnes sēņu sugas. Visas reģistrētās sugas, to ekoloģiskais statuss, trupes veids un taksonomija parādīti 1. tabulā. Vairums sugu pieder *Basidiomycota* (51) nodalījumam, ar biežāk pārstāvētām *Polyporales*, *Hymenochaetales* un *Agaricales* rindām. Pārējās sugas pieder *Ascomycota* (3) un *Protozoa* (*Myxomycota*) (4) nodalījumiem. Visas sugas bija saprobi, kas auga uz iekštelpu un ārējām koka konstrukcijām. Vairums reģistrēto sugu ir tipiskas skujkoksnes noārdītājas, kas arī bija sagaidāms, jo priedes un egles koksne izmantota kā galvenais celtniecības materiāls. Atsevišķas konstrukcijas, kas veidotas no lapu koksnes, bija inficētas ar šiem kokiem raksturīgām sēnēm. Piemēram, uz ratu lokāmās ierīces atrasta bazīdijsēne *Coriopsis gallica*, kas ir tipiska lapu koksnes noārdītāja.

Dažos gadījumos ēkas un citas koka konstrukcijas bija nopietni cietušas no koksnes trupes sēņu bojājumiem. Visvairāk bojātie muzeja koka objekti bija:

- 1) ostas noliktava, Kurzeme, Liepāja, 1697. g. (deviņas sēņu sugas) (1. att.);
- 2) vārāmais namiņš – slietenis, Ainaži, 1850. g. (septiņas sugas) (2. att.);
- 3) seni bišu stropi pie dzīvojamās rījas, Vidzeme, Jeri, 19. gs. (sešas sugas) (3. att.);
- 4) kalpu rinka – atjaunota pēc ugunsgrēka, no 2005. g., Zemgale, Sīpele (četras sugas) (4. att.);
- 5) pirts jumta konstrukcija, Vidzeme, Tirza, 1840. g. (trīs sugas).

Vairumā gadījumu (64) sēņu materiāls ievākts no ārējām koka konstrukcijām – jumtiem, ārsienām, sliekšņiem, sētām, mietiem, bluķiem, soliem, bišu stropiem u.c., bet iekštelpās sēnes atrastas tikai 13 gadījumos.

Iekštelpās visbiežāk bija bojātas griestu sijas, uz kurām atrastas astoņas sugas, galvenokārt

I. tabula / Table 1

Latvijas Etnogrāfiskā brīvdabas muzeja celtniecības objektos identificēto sēņu taksonomija, ekoloģija un trapes veids
 Taxonomy, ecology and decay type of fungi identified in wooden objects of the Latvian Ethnographic Open-Air Museum

Ģints / Genus	Suga / Species	Autori / Authors	Taksonomija: rinda/dzimta / Taxonomy: order/family	Iekšējpu koksne / Interior wood	Ārējā koksne / Exterior wood	Trupe: B/W** Rot: B/W**
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<i>Agaricus</i>	<i>bisporus</i>	(J.E. Lange) Imbach	<i>Agaricales,</i> <i>Agaricaceae</i>	ķieģeļu grīda / brick floor	–	–
<i>Aleurodiscus*</i>	<i>fennicus</i>	Laurila	<i>Russulales,</i> <i>Stereaceae</i>	–	sēta / fence	W
<i>Antrodia</i>	<i>sinuosa</i>	(Fr.) P. Karst.	<i>Polyporales,</i> <i>Fomitopsidaceae</i>	–	jumta konstrukcija / roof construction	B
<i>Antrodia</i>	sp.		<i>Polyporales,</i> <i>Fomitopsidaceae</i>	–	sliksnis / doorstep	B
<i>Antrodia</i>	<i>xantha</i>	(Fr.) Ryvarden	<i>Polyporales,</i> <i>Fomitopsidaceae</i>	–	bluķis / log	B
<i>Arctomyces</i>	<i>pyxidatus</i>	(Pers.) Jülich	<i>Russulales,</i> <i>Auriscalpiaceae</i>	–	bišu strops / beehive	W
<i>Athelia*</i>	<i>decepiens</i>	(Höhn. & Litsch.) J. Erikss.	<i>Atheliales,</i> <i>Atheliaceae</i>	–	bišu strops / beehive	W
<i>Athelia</i>	<i>epiphylla</i>	Pers.	<i>Atheliales,</i> <i>Atheliaceae</i>	–	guļbūves siena / loghouse wall	W
<i>Athelia</i>	<i>neuhoffii</i>	(Bres.) Donk	<i>Atheliales,</i> <i>Atheliaceae</i>	–	sienas dēlis, mālu mīcāmā ierīce, jumta dēji / wall, pug mill, roof boards	W
<i>Botryobasidium</i>	<i>candicans</i>	J. Erikss.	<i>Cantharellales,</i> <i>Botryobasidiaceae</i>	–	jumta dēji / roof boards	W
<i>Botryobasidium</i>	<i>laeve</i>	(J. Erikss.) Parmasto	<i>Cantharellales,</i> <i>Botryobasidiaceae</i>	–	sēta / fence	W
<i>Botryobasidium</i>	<i>subcoronatum</i>	(Höhn. & Litsch.) Donk	<i>Cantharellales,</i> <i>Botryobasidiaceae</i>	–	jumta dēlis / roof board	W
<i>Botryobasidium*</i>	<i>vagum</i>	(Berk. & M.A. Curtis) D.P. Rogers	<i>Cantharellales,</i> <i>Botryobasidiaceae</i>	–	slieteņa kārts / pole	W

1. tabulas turpinājums / Table 1 (continued)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<i>Comatricha</i>	<i>nigra</i>	(Pers.) J. Schröt.	Protozoa (<i>Myxomycota</i>), <i>Stemonitales</i> , <i>Stemonitidaceae</i>	griestu sija / ceiling beam	–	–
<i>Coniophora</i>	<i>puteana</i>	(Schumach.) P. Karst.	<i>Boletales</i> , <i>Coniophoraceae</i>	griestu sija / ceiling beam	sienas dēlis / wall board	B
<i>Coriopsis</i>	<i>gallica</i>	(Fr.) Ryvarden	<i>Polyporales</i> , <i>Polyporaceae</i>	ratu lokāmā, ierīce / wheel making device	–	W
<i>Crustoderma*</i>	<i>dryinum</i>	(Berk. & M.A. Curtis) Parmasto	<i>Polyporales</i> , <i>Meruliaceae</i>	griestu sija / ceiling beam	bluķis / log	B
<i>Dacryobolus</i>	<i>sudans</i>	(Alb. & Schwein.) Fr.	<i>Polyporales</i> , <i>Fomitopsidaceae</i>	–	sēta / fence	W
<i>Dasycephalus</i>	sp.		<i>Ascomycota</i> , <i>Helotiales</i> , <i>Hyaloscyphaceae</i>	–	jumta skaida / roof shingle	–
<i>Enteridium</i>	<i>lycoperdon</i>	(Bull.) M.L. Farr	Protozoa (<i>Myxomycota</i>), <i>Liceales</i> , <i>Reticulariaceae</i>	–	aka / well	–
<i>Fibroporia</i>	<i>vaiillantii</i>	(DC.) Parmasto	<i>Polyporales</i> , <i>Polyporaceae</i>	–	sols / bench	B
<i>Galerina</i>	<i>hypnorum</i>	(Schrank) Kühner	<i>Agaricales</i> , <i>Cortinariaceae</i>	–	slīeteņa kārts / pole	W
<i>Gloeocystidiellum</i>	<i>luridum</i>	(Bres.) Boidin	<i>Russulales</i> , <i>Stereaceae</i>	bišu strops / beehive	–	W
<i>Gloeophyllum</i>	<i>abietinum</i>	(Bull.) P. Karst.	<i>Gloeophyllales</i> , <i>Gloeophyllaceae</i>	–	sēta, slīeteņa kārts / fence, pole	B
<i>Gloeophyllum</i>	<i>sepiarium</i>	(Wulfen) P. Karst.	<i>Gloeophyllales</i> , <i>Gloeophyllaceae</i>	–	sēta, lievenis, jumta kārtis / fence, porch, roof poles	B
<i>Gloeophyllum</i>	<i>trabeum</i>	(Pers.) Murrill	<i>Gloeophyllales</i> , <i>Gloeophyllaceae</i>	–	bišu stropa balsti / support for beehive	B
<i>Gloiothele</i>	<i>citrina</i>	(Pers.) Ginns & G.W. Freeman	<i>Russulales</i> , <i>Peniophoraceae</i>	griestu dēlis / ceiling board	sēta / fence	W
<i>Haplotrichum</i>	<i>capitatum</i>	(Link) Link	<i>Cantharellales</i> , <i>Botryobasidiaceae</i>	–	sēta / fence	W

1. tabulas turpinājums / Table 1 (continued)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<i>Hyphodema</i> *	<i>obtusiforme</i>	J. Erikss. & Å. Strid	Polyporales, Meruliaceae	–	jumta skaida, jumta dēlis / roof shingle, roof board	W
<i>Hyphoderma</i>	<i>praetermissum</i>	(P. Karst.) J. Erikss. & Å. Strid	Polyporales, Meruliaceae	–	guļbūves siena / loghouse wall	W
<i>Hyphoderma</i>	<i>puberum</i>	(Fr.) Wallr.	Polyporales, Meruliaceae	–	sēta / fence	W
<i>Hyphodontia</i>	<i>alutaria</i>	(Burt) J. Erikss.	Hymenochaetales, Schizoporaceae	–	jumta konstrukcija / roof construction	W
<i>Hyphodontia</i>	<i>arguta</i>	(Fr.) J. Erikss.	Hymenochaetales, Schizoporaceae	griestu sija / ceiling beam	–	W
<i>Hyphodontia</i>	<i>aspera</i>	(Fr.) J. Erikss.	Hymenochaetales, Schizoporaceae	–	siena, koka noteka / wall, drainpipe	W
<i>Hyphodontia</i> *	<i>detritica</i>	(Bourdot) J. Erikss.	Hymenochaetales, Schizoporaceae	–	jumta dēļi / roof boards	W
<i>Hypochnicium</i>	<i>punctulatum</i>	(Cooke) J. Erikss.	Polyporales, Meruliaceae	–	jumta konstrukcija / roof construction	W
<i>Lycogala</i>	<i>epidendrum</i>	(L.) Fr.	Protozoa (<i>Myxomycota</i>), Liceales, Reticulariaceae	–	sēta, bišu strops / fence, beehive	–
<i>Mycena</i>	<i>silvae-nigrae</i>	Maas Geest.	Agaricales, Mycenaceae	–	slīeteņa kārts / pole	W
<i>Mycena</i>	<i>stipata</i>	Maas Geest. & Schwöbel	Agaricales, Mycenaceae	griestu sija / ceiling beam	lieveņa balkis, slīeteņa kārts / log, pole	W
<i>Phlebiopsis</i>	<i>gigantea</i>	(Fr.) Jülich	Polyporales, Phanerochaetaceae	griestu sija / ceiling beam	guļbūves siena / loghouse wall	W
<i>Postia</i>	<i>fragilis</i>	(Fr.) Jülich	Polyporales, Fomitopsidaceae	–	slīeteņa kārts / pole	B
<i>Postia</i>	<i>guttulata</i>	(Peck) Jülich	Polyporales, Fomitopsidaceae	–	sēta / fence	B
<i>Postia</i>	<i>tephroleuca</i>	(Fr.) Jülich	Polyporales, Fomitopsidaceae	–	bišu strops / beehive	B
<i>Resinicium</i>	<i>bicolor</i>	(Alb. & Schwein.) Parmasto	Hymenochaetales, Rickenellaceae	–	sēta / fence	W

1. tabulas nobeigums / Table 1 (concluded)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<i>Schizophyllum</i>	<i>commune</i>	Fr.	<i>Agaricales, Schizophyllaceae</i>	–	guļbūves siena, bišu strops / loghouse wall, beehive	W
<i>Scleroderma</i>	<i>areolatum</i>	Ehrenb.	<i>Boletales, Sclerodermataceae</i>	ķieģeļu grīda / brick floor	–	–
<i>Sebacina</i>	<i>calcea</i>	(Pers.) Bres	<i>Sebacinales, Sebacinaceae</i>	–	sēta / fence	W
<i>Serpula</i>	<i>lacrymans</i>	(Wulfen) J. Schröt.	<i>Boletales, Serpulaceae</i>	grīda / floor	–	B
<i>Stereum</i>	<i>sanguinolentum</i>	(Alb. & Schwein.) Fr.	<i>Russulales, Stereaceae</i>	–	koka noteka / wood drainpipe	W
<i>Tapesia</i>	sp.		<i>Ascomycota, Helotiales, Dermataceae</i>	–	jumta skaida / roof shingle	–
<i>Tapinella</i>	<i>panuoides</i>	(Fr.) E.-J. Gilbert	<i>Boletales, Tapinellaceae</i>	griestu sija / ceiling beam	jumta dēļi / roof boards	B
<i>Tomentella</i>	<i>cf. cinerascens</i>	(P. Karst.) Höhn. & Litsch.	<i>Thelephorales, Thelephoraceae</i>	–	sēta / fence	–
<i>Tomentella</i>	<i>terrestris</i>	(Berk. & Broome) M.J. Larsen	<i>Thelephorales, Thelephoraceae</i>	–	sienas dēlis / wall board	–
<i>Trechispora*</i>	<i>farinacea</i>	(Pers.) Liberta	<i>Trechisporales, Hydnodontaceae</i>	–	jumta dēlis / roof board	W
<i>Trichaptum</i>	<i>fuscoviolaceum</i>	(Ehrenb.) Ryvarden	<i>Polyporales, Polyporaceae</i>	–	guļbūves ārsiena / loghouse wall	W
<i>Trichoderma</i>	<i>viride</i>	Pers.	<i>Ascomycota, Hypocreales, Hypocreaceae</i>	–	bluķis / log	–
<i>Tubifera</i>	<i>ferruginosa</i>	(Batsch) J.F. Gmel.	<i>Protozoa (Myxomycota), Liceales, Reticulariaceae</i>	–	sēta, siena / fence, wall	–
<i>Tubulicrinis*</i>	<i>gracillimus</i>	(Ellis & Everh. ex D.P. Rogers & H.S. Jacks.) G. Cunn.	<i>Polyporales, Tubulicrinaceae</i>	–	slieteņa kārts, koka noteka / pole, wood drainpipe	W
<i>Tubulicrinis*</i>	<i>subulatus</i>	(Bourdot & Galzin) Donk	<i>Polyporales, Tubulicrinaceae</i>	–	jumta skaida / roof shingle	W

* Pirmo reizi Latvijā reģistrētās sēņu sugas. / New fungal species for Latvian mycobiota.

** B – brūnā trupe / brown-rot; W – baltā trupe / white-rot.

bazīdijsēnes. Griestu bojājumus izraisīja augsts mitruma saturs, kas veidojās no tekošiem jumtiem. Visplašākie koksnes bojājumi atklāti ostas noliktavas ēkā (Kurzeme, Liepāja, 1697. g.) (1. att.), kur griestu konstrukcijā identificētas septiņas sugas: kortikoīdās sēnes *Coniophora puteana*, *Crustoderma dryinum*, *Hyphodontia arguta*, *Phlebiopsis gigantea*, gļotsēne *Comatricha nigra*, cepurīšu sēnes *Mycena stipata* un *Tapinella panuoides* kā augstas destruktīvas pakāpes indikatori (5. att.). Turklāt noliktavas grīdā konstatētas divas bazīdijsēņu sugas – *Agaricus bisporus* un *Scleroderma areolatum*.

No ārējām koka konstrukcijām visbiežāk bijainficēti ēku jumti, sienas un sētas. Uz jumta konstrukcijām (dēļiem, latām, skaidām) atrastas 15 koksnes sēnes. Vairums no reģistrētajām sugām (9) bija kortīcijas, parastākās no tām – *Botryobasidium subcoronatum*, *Hyphoderma obtusifforme*, *Hyphodontia alutaria* un *Trechispora farinacea*. Poroīdās sugas *Antrodia sinuosa* un *Gloeophyllum sepiarium* bija raksturīgas jumta struktūru noārdītājas. Abas sugas ir bīstamas celtniecības koksnei, jo izraisa brūno trupi, kuras rezultātā koksne ātri zaudē izturību.

Uz koka sētām atrastas 14 sēņu sugas, no tām 12 bazīdijsēnes (galvenokārt kortīcijas), un divas gļotsēnes. Parastākās sugas uz sētām bija kortīcijas *Dacryobolus sudans*, *Gloiothele citrina* un *Resinicium bicolor*, kā arī poroīdās sugas *Gloeophyllum abietinum* un *G. sepiarium*. Bazīdijsēne *Aleurodiscus fennicus*, kas parasti aug uz egles koksnes, Brīvdabas muzejā atrasta uz lapu koku sētas.

Uz Brīvdabas muzeja ēku ārsienām savāktas un identificētas 11 koksnes sēņu sugas, galvenokārt kortīcijas. Brūnās trupes bazīdijsēne *Coniophora puteana*, viena no visbiežāk sastopamām ēku sēnēm, atrasta gan ārsienās, gan iekštelpu struktūrās.

Nozīmīgākās sēnes Brīvdabas muzeja koka objektos

Visbiežāk muzeja koka konstrukcijās reģistrētas *Gloeophyllum* ģints sugas (septiņi gadījumi), *Athelia* un *Hyphoderma* (pieci gadījumi), *Antrodia*, *Botryobasidium*, *Hyphodontia* un *Mycena* (četri gadījumi), bet *Postia* un *Tubulicrinis* ģintis – trīs gadījumos. Pārējās sēnes celtniecības koksne



5. att. Ostas noliktavas ēkas (Kurzeme, Liepāja, 1697. g.) griestu sijās identificētas koksnes sēnes *Coniophora puteana*, *Crustoderma dryinum*, *Hyphodontia arguta*, *Phlebiopsis gigantea*, *Comatricha nigra*, *Mycena stipata* un *Tapinella panuoides*.

Fig. 5. Wood inhabiting fungi *Coniophora puteana*, *Crustoderma dryinum*, *Hyphodontia arguta*, *Phlebiopsis gigantea*, *Comatricha nigra*, *Mycena stipata* and *Tapinella panuoides* were identified in the ceiling beams of harbour warehouse (Kurzeme, Liepāja, 1697).

reģistrētas retāk. *Serpula lacrymans* jeb īstā mājassēne, kas ir bīstamākā celtniecības koksnes noārdītāja Eiropas mērenā klimata joslā, Latvijas Brīvdabas muzejā atrasta 17. gs. muižas dzīvojamās ēkas (Baložu muiža) grīdā. Šī ēka nav paredzēta apmeklētāju apskatei. No 1937. gada līdz 2005. gadam tā kalpojusi kā saimnieciska ēka, kurā bija izveidojušies piemēroti apstākļi (tekoši ūdensvadi u.c.) īstās mājassēnes attīstībai. Mūsu iepriekšējie pētījumi (Irbe et al., 2001; Irbe u.c., 2009) parādīja, ka kopumā *S. lacrymans* ir plaši izplatīta Latvijā. Līdz šim sēne atrasta gandrīz visos Latvijas rajonos, un ēkās tā bija sastopama 47% gadījumu.

Vairums identificēto koksnes sēņu piederēja kortīciju grupai (28). Ar *Corticaceae* s.lat. saprot kortīciju grupu plašākā nozīmē, kura nav dabisks taksons, bet sugu kopums ar līdzīgām īpašībām (Hjortstam et al., 1987-1988). Kortīcijas ir bazīdijsēnes ar vienkāršiem garozveida augļķermeņiem. Vairums sugu pieder koksni noārdošiem organismiem, kas enerģiju iegūst, noārdot koksnes substrātu – celulozi vai lignīnu. Kortīcijām ilgu laiku piešķir sekundāru lomu koksnes noārdīšanā, bet pēdējā laikā pierādīts, ka tās aktīvi noārda koksni, galvenokārt izraisot koksnes balto trupi (Bech-Andersen, 1995). Mūsu pētījumā kortīcijas identificētas līdz sugai, lai parādītu šo sēņu lielo daudzveidību celtniecības koksne.

Deviņas kortīciju sugas Latvijā reģistrētas pirmo reizi: *Aleurodiscus fennicus*, *Athelia decipiens*, *Botryobasidium vagum*, *Crustoderma dryinum* (6. att.), *Hyphoderma obtusifforme*, *Hyphodontia detritica* (7. att.), *Trechispora farinacea*, *Tubulicrinis gracillimus* un *Tubulicrinis subulatus* (8. att.).

Brīvdabas muzeja ārējās konstrukcijās atrastas trīs *Gloeophyllum* sugas: *G. sepiarium*, *G. abietinum* un *G. trabeum*. *Gloeophyllum* sugas neatradām logu struktūrās, lai gan citās Eiropas valstīs tās ir bīstamākās mūsdienu logu rāmju noārdītājas. Sēnes inficē logu rāmjus, kuri regulāri uzkrāj mitrumu nepareizas konstrukcijas dēļ. Modernie logi ar koka apmalēm, kas nostiprina loga rūtī, tiek pilnībā noārdīti piecu gadu laikā (Bech-Andersen, 1995; Schmidt, 2006). *Gloeophyllum trabeum*, kas iekļauta Eiropas standarta LVS EN 113 (European Standard EN 113, 2000) obligāto sēņu sarakstā, pirmo reizi konstrukciju koksne (uz senu bišu stropu balstiem) atrasta Latvijas Brīvdabas muzeja teritorijā. Uzskata (Meiere, 2002), ka šī suga ir ļoti reta Latvijā. *G. trabeum* attīstās skuju un lapu koku kodolkoksne, tādēļ par sēnes klātbūtni bieži liecina vienīgi augļķermeņi, kuri parādas, kad koksne iekšpusē ir pilnīgi noārdīta. *G. trabeum* veido sēdošus, puslokveida, kanēļa brūnus augļķermeņus ar bālu apmali. Atšķirībā no pārējām *Gloeophyllum* sugām, *G. trabeum* raksturīga morfoloģiskā pazīme ir apaļas vai dažkārt iegarenas poras. Koksnes mikroskopija (SEM) parādīja, ka sēne koksnes

šūnu dobumos veido bezkrāsainas hifas ar parastām un medaljonu sprādzēm (9. att.).

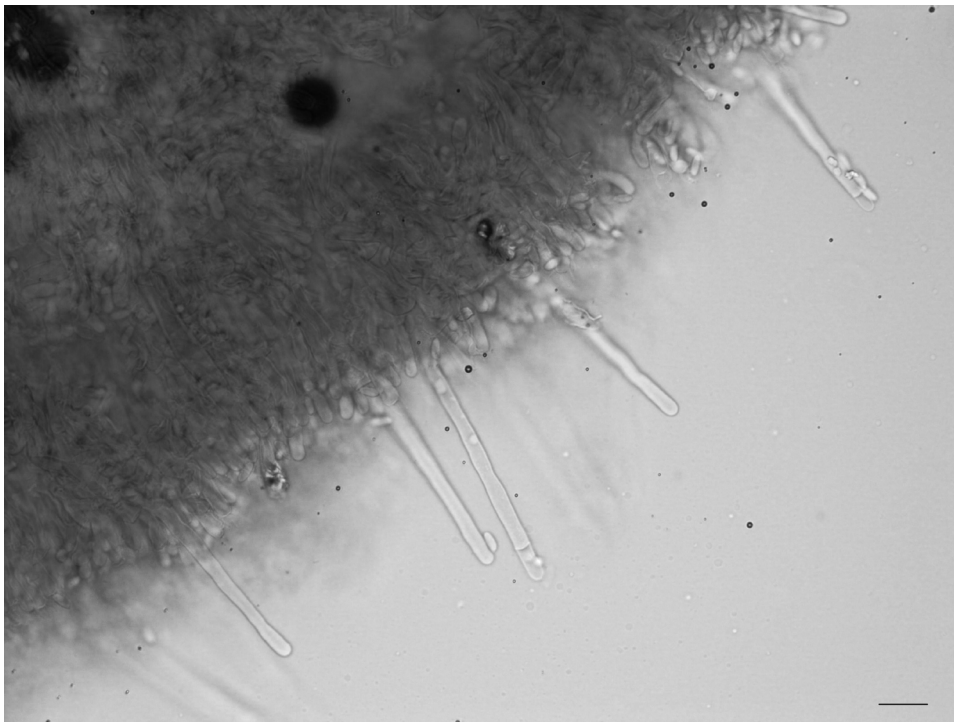
Baltās un brūnās trupes sēnes muzeja konstrukcijās

Brīvdabas muzeja koka konstrukcijās reģistrētas 13 brūnās trupes un 34 baltās trupes sēņu sugas. Brūnās trupes sēnes noārda koksnes polisaharīdus – celulozi un hemicelulozes –, izraisot strauju koksnes stiprības zudumu. Savukārt baltās trupes sēnes noārda gan lignīnu, gan polisaharīdus. Brūnā trupe ir raksturīga skujkokiem, bet baltā trupe – lapu kokiem (Eriksson et al., 1990).

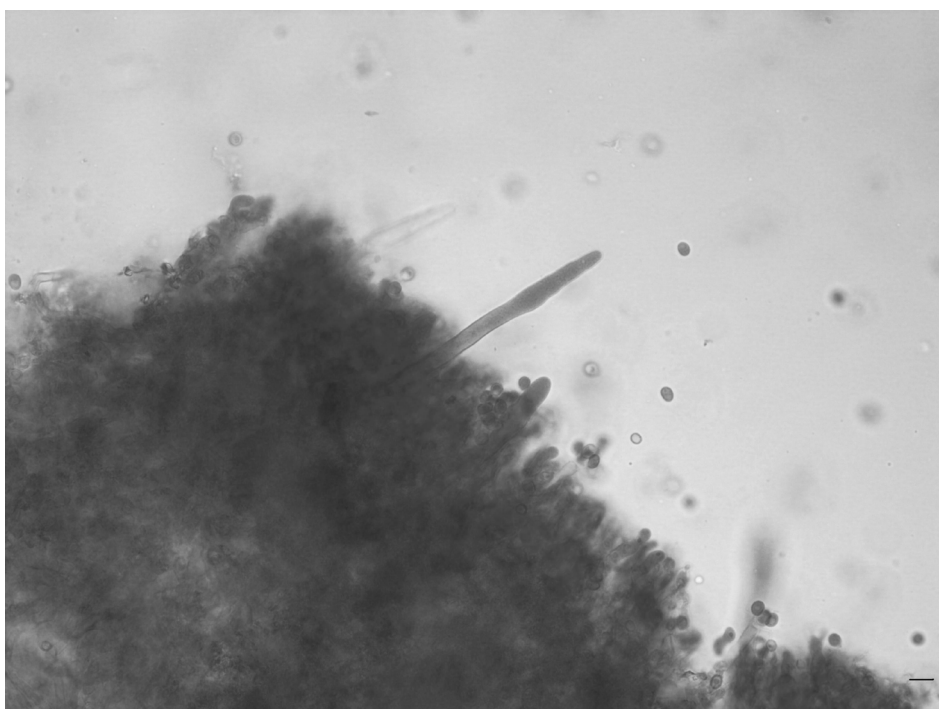
1. tabulā redzams, ka lielāka sugu daudzveidība ir baltās trupes sēnēm, kas Brīvdabas muzejā atrastas divarpus reizes vairāk nekā brūnās trupes sēnes. Arī mūsu iepriekšējā pētījuma rezultāti (Irbe u.c., 2009) apstiprināja baltās trupes sēņu ievērojamu pārsvaru pār brūnās trupes sēnēm Latvijas celtnēs. Taču pēc reģistrēto bojājumu gadījumu skaita brūnās trupes sēnes Latvijas celtniecības objektos iepriekš konstatētas daudz biežāk (78.1%) nekā baltās trupes sēnes (21.9%). Brūnās trupes sēnes iekšstelpās bija sastopamas daudz biežāk (83%) nekā ārējā koksne (17%), un vairums iekšstelpās sastopamo sēņu izraisīja koksnes brūno trupi. Pēc literatūras (Green, Highley, 1995), nozīmīgākās koksni noārdošās sēnes Eiropas un Ziemeļamerikas ēkās ir brūnās trupes izraisītājas skujkokiem. Savukārt baltās trupes sēnes, kuras galvenokārt noārda lapu kokus, ēkās ir sastopamas retāk (Singh, 1994).

Brūnās trupes bīstamību celtniecības koksnes noārdīšanā saista ar sēņu metabolītu destruktīvo iedarbību uz celulozi. Celulozes mikrofibrillas nodrošina koksnes stiprību un lielā mērā nosaka tās mehāniskās un fizikālās īpašības. Brūnās trupes sēnes *Coniophora puteana* noārdītas priedes koksnes mikromorfoloģija parādīta 10. attēlā. Redzams, ka koksnes šūnu apjoms samazinājies, šūnu sienas sarāvušas un kļuvušas viļņainas. Koksne pēc celulozes noārdīšanas galvenokārt satur modificētu lignīnu, kas piešķir brūnai trupei raksturīgās makromorfoloģiskās pazīmes – brūnu, saplaisājušu, trauslu koksnes atlikuma masu.

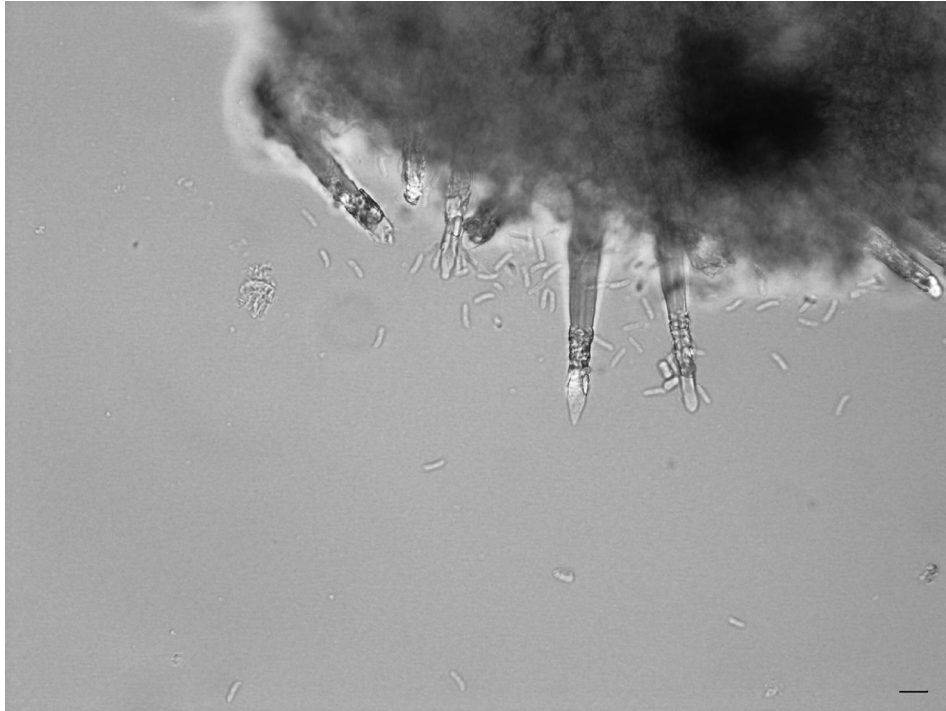
Latvijas Etnogrāfiskajā Brīvdabas muzejā brūnās trupes sēņu bojājumi reģistrēti divas reizes retāk (21 gadījums) nekā baltās trupes bojājumi (43 gadījumi). Šī atšķirība skaidrojama ar to, ka Brīvdabas muzejā vairums sēņu atrastas ārējās koka konstrukcijās, kur parasti dominē baltās trupes sēnes. Vairums baltās trupes sēņu sugu piederēja kortīcijām, kas atrastas uz skuju koksnes – galvenā celtniecības materiāla Brīvdabas muzejā. Uzskata (Hjortstam et al., 1987-1988), ka Ziemeļeiropā lielākā kortīciju daudzveidība ir sastopama uz skuju kokiem, biežāk uz egles nekā priedes. Pēc literatūras (Hjortstam et al., 1987-1988), kortīcijas mežu ekosistēmās parasti



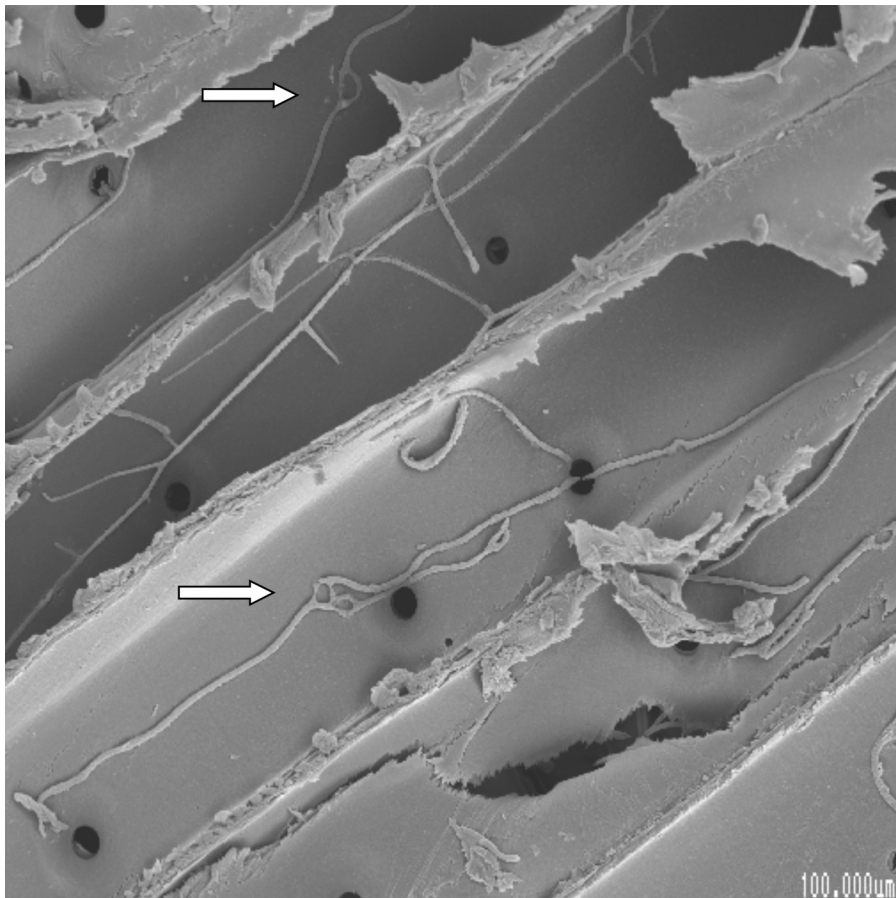
6. att. Kortīcijas *Crustoderma dryinum* cistīdijas un sporas (mēroga līnija – 20 μm).
Fig. 6. Cystidia and spores of the corticoid species *Crustoderma dryinum* (bar – 20 μm).



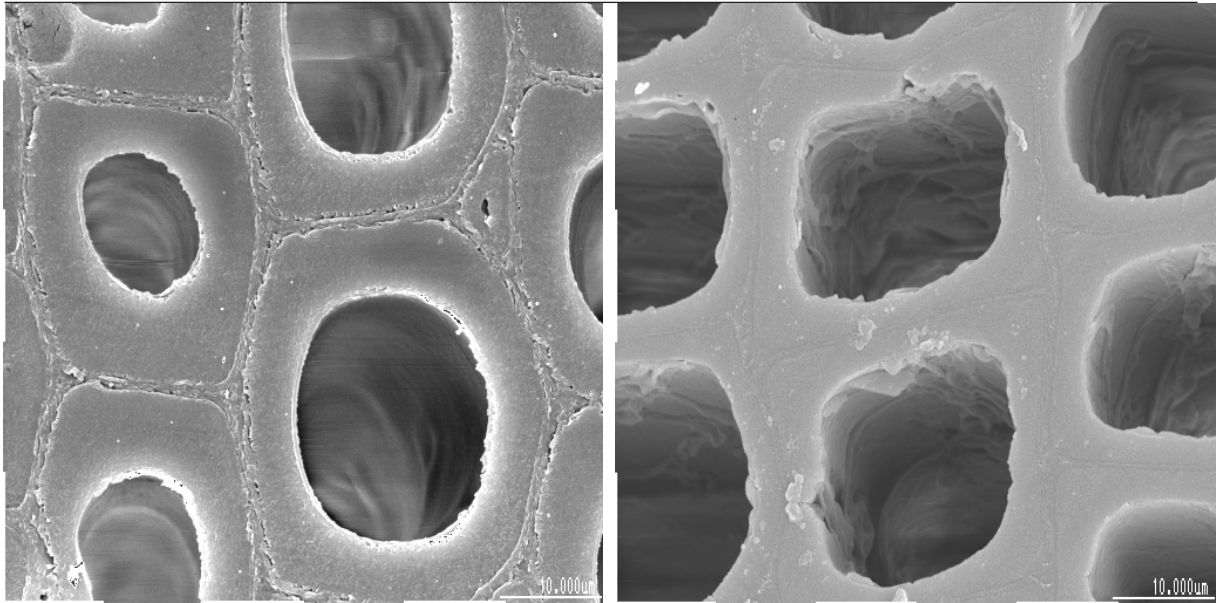
7. att. Kortīcijas *Hyphodontia detritica* cistīdijas un sporas (mēroga līnija – 10 μm).
Fig. 7. Cystidia and spores of the corticoid species *Hyphodontia detritica* (bar – 10 μm).



8. att. Kortīcijas *Tubulicrinis subulatus* liocistīdijas un sporas (mēroga līnija – 10 μm).
Fig. 8. Lyocystidia and spores of the corticoid species *Tubulicrinis subulatus* (bar – 10 μm).



9. att. *Gloeophyllum trabeum* hifas ar medaljonu sprādzēm (bultiņas) koksnes šūnu dobumos (SEM).
Fig. 9. *Gloeophyllum trabeum* hyphae with medallion clamps (arrows) in the lumina of wood cells (SEM).



10. att. Priedes koksnes šķērsriezums: (a) veselas koksnes šūnas un (b) brūnās trapes sēnes *Coniophora puteana* noārdītas koksnes mikromorfoloģija, SEM.
Fig. 10. Cross section of the pine wood: (a) sound wood cells, and (b) micromorphology of decayed wood after attack of brown-rot fungus *Coniophora puteana*, SEM.

atrodams uz kritušiem kokiem, bet kā piemērots substrāts šo sēņu attīstībai tiek minēti arī dažādi konstrukciju materiāli. Uz konstrukcijām atrastā mikrobiota ir diezgan līdzīga tai, kas attīstās uz kritušiem bezmizas stumbriem klajās, saulainās vietās, kur substrāts ātri apžūst pēc lietus. Ir zināms (Ryvarden, 1991), ka mežu ekosistēmās tikai maza daļa no zināmajām trapes sēnēm izraisa brūno trupi. Eiropā brūnās trapes sēņu sugas veido 22%, bet Ziemeļamerikā – 18% no kopējā trapes sēņu sugu skaita. Domājams, ka Brīvdabas muzejā, kas atrodas mežainā vidē, veidojušies labvēlīgi apstākļi kortīciju attīstībai koka konstrukcijās, it īpaši ārējā koksne. Arī mūsu iepriekš apsekotajās Āraišu un Lielvārdes koka pilīs, kas būvētas no skujkokiem, ārējās koka konstrukcijas bija noārdītas biežāk, un tajās, tāpat kā Brīvdabas muzejā, dominēja baltās trapes sēnes.

No iepriekš minētā var secināt, ka skujkoku izmantošana celtniecībā vēl nenorāda, ka šajā koksne dominēs brūnās trapes sēnes, kas raksturīgas skujkokiem. Lai raksturotu koksnes sēnes un to izraisītos bojājumus pētāmajos objektos, ir jāizvērtē vairāki kritēriji: sugu daudzveidība, sugu sastopamības biežums, bojājumi iekšējā un ārējā koksne.

Secinājumi

1. Latvijas Etnogrāfiskajā brīvdabas muzejā apsektas 78 senceltnes, no kurām vairums bija labi saglabājušas, izņemot atsevišķas ēkas un

konstrukcijas (sētas), kurās konstatēti būtiski koksnes trapes sēņu bojājumi. Ārējās koka konstrukcijās sēnes atrastas piecas reizes biežāk nekā iekšējo konstrukciju koksne.

2. Brīvdabas muzeja koka konstrukcijās identificētas 58 koksnes sēņu sugas no *Basidiomycota*, *Ascomycota* un *Protozoa* (*Myxomycota*) nodalījumiem. Vairums koksnes sēņu piederēja kortīciju grupai. Deviņas kortīciju sugas Latvijā reģistrētas pirmo reizi.
3. Brīvdabas muzeja objektos identificēto baltās trapes sēņu sastopamības biežums bija divas reizes un daudzveidība – divarpus reizes lielāka, salīdzinot ar brūno trupi, kas skaidrojams ar baltās trapes sēņu plašo izplatību ārējo konstrukciju koksne.
4. Sēņu daudzveidību un sastopamības biežumu celtniecības koksne ietekmēja substrāts (skuju vai lapu koksne) un bojājumu lokalizācija iekšējā vai ārējā koksne.

Literatūra

1. Bech-Andersen, J. (1995) *The dry rot fungus and other fungi in houses*. Hussvamp Laboratoriet ApS, Holte, Denmark, 139 pp.
2. Breitenbach, J., Kränzlin, F. (1984-2005) *Fungi of Switzerland*. Vols 1-6. Verlag Mykologia, Lucerne, Switzerland.
3. Eriksson, J., Hjortstam, K., Ryvarden, L. (1978-1984) *The Corticiaceae of North Europe*. Vols 2-4. Fungiflora, Oslo.

4. Eriksson, J., Ryvardeen, L. (1973-1976) *The Corticiaceae of North Europe*. Vols 5-7. Fungiflora, Oslo.
5. Eriksson, K. E., Blanchette, R. A., Ander, P. (1990) *Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components*. Springer Verlag, Berlin, 407 pp.
6. *European Standard EN 113*. (2000) Wood preservatives. Method of test for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes. CEN, Brussels, 32 pp.
7. Green, F., Highley, T. L. (1995) The long road to understanding brown-rot decay – a view from the ditch. *Document IRG/ WP 95-10101*. IRG Secretariat, Stockholm, 18 pp.
8. Hansen, L., Knudsen, H. (2000) *Nordic Macromycetes. I. Ascomycetes*. Nordswamp, Copenhagen, 309 pp.
9. Hjortstam, K., Larsoon, K., Ryvardeen, L. (1987-1988) *The Corticiaceae of North Europe*. Vols 1 and 8. Fungiflora, Oslo.
10. *Index Fungorum* database (2004): <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp> – Resurss apraksts 27.08.2009.
11. Irbe, I., Andersone, I., Andersons, B. (2009) Koksnes trupes sēņu un krāsojošo sēņu daudzveidība un izplatība Latvijas ēkās. *LLU Raksti*, Nr. 23 (318), 91-102.
12. Irbe, I., Andersone, I., Andersons, B. (2001) Distribution of the true dry rot fungus *Serpula lacrymans* in Latvia. *Folia Cryptogamica Estonia*, 38, 9-12.
13. Jülich, W. (1984) *Die Nichtblätterpilze, Galertpilze und Bauchpilze*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 626 pp.
14. Meiere, D. (2002) Latvijas piepju konspekts. *Latvijas veģetācija*, 5, 7-41.
15. Moser, M. (1984) *Die Roehrlinge und Blaetterpilze*. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena, 532 pp.
16. Neubert, H., Nowotny, W., Baumann, K. (1993-2000) *Die Myxomyceten*. Band 1-3. Karlheinz Baumann Verlag, Gomaringen, Deutschland.
17. Rayner, A. D., Boddy, L. (1988) *Fungal decomposition of wood*. Wiley & Sons Ltd., England, N.Y., 586 pp.
18. Ryvardeen, L., Gilbertson, R. L. (1993-1994) *European Polypores*. Vols 1-2. Fungiflora, Oslo.
19. Ryvardeen, L. (1991) *Genera of Polypores*. Fungiflora, Oslo, 363 pp.
20. Samson, A. R., Hoekstra, E. S., Frisvad, J. C., Filtenborg, O. (2002) *Introduction to food and airborne fungi*. Centraalbureau voor Schimmelcultures. Utrecht, The Netherlands, 389 pp.
21. Schmidt, O. (2006) *Wood and tree fungi*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 334 pp.
22. Singh, J. (1994) *Building mycology. Management of decay and health in buildings*. E & FN Spon, UK, 326 pp.

Pateicība

Pētījuma veikšanai finansējums saņemts, piedaloties Eiropas Kopienas Septītajā pamatprogrammā (FP7/2007-2013), uz ko attiecas piešķiruma nolīgums Nr. 203459 (Dr. B. Andersons).

Pateicamies Latvijas Etnogrāfiskā brīvdabas muzeja galvenajam krājuma glabātājam Dr. hist. Mārtiņam Kuplajam par atbalstu ēku mikoloģiskās apsekošanas veikšanai.

Pateicība Tallinas Tehniskās universitātes Materiālu pētījumu centra vadītājai, profesorei, Dr. habil. Urvei Kallavus par iespēju izmantot skenējošo elektronu mikroskopiju (SEM) bioloģiski noārdītas koksnes pētījumiem.