

BIOLOĢISKIE BOJĀJUMI KULTŪRVĒSTURISKĀS ĒKĀS: SĒNES UN KOKSNES KUKAIŅI

Dr. Ilze Irbe

Dr. Uwe Noldt un Dr. Guna Noldt

Materiāls sagatavots pēc Valsts kultūras pieminekļu aizsardzības inspekcijas pasūtījuma

IEVADS

Izpēte, izpratne par vērtībām, bojājumu cēloņu noskaidrošana, to novēršana un objektam atbilstošas funkcijas izvēle ir svarīgākais kultūrvēsturisku objektu saglabāšanā. Apdraudējums ir laicīgi jāapzina, lai lemtu par piemērotu paņēmieni izvēli tā novēršanai, nekaitējot pašam kultūras piemineklim.

Koks visā Latvijas būvniecībā ir tradicionāls būvmateriāls, par ko liecina tūkstošiem celtnu Latvijas laukos un pilsētās. Koka būvniecība vienmēr ir bijusi un būs ekoloģiski tīrāka un cilvēka sajūtām patīkamāka – faktūras, krāsas, smaržas un konstruktīvo īpašību dēļ. Koks ir cilvēcisks mēroga materiāls, dzīvs un izdomu radošs. Latvija ar saglabātu koka arhitektūras mantojumu un jaunradītām vērtībām sniedz savu ieguldījumu pasaules kultūrai. Koka mantojuma orgāniskās un autentiskuma saglabāšana prasa rūpīgu kopšanu ikdienā un laicīgu bojājumu novēršanu, citādi tas var tik zaudēts neatgriezeniski. Visnozīmīgākie koksnes bojātāji ir sēnes un kukaiņi.

Koksnei bīstamākās ir trupes sēnes, kas to noārda, ievērojami pasliktinot konstrukciju tehnisko stāvokli. Mitrā koksne atfistās arī pelējuma un zilējuma sēnes, taču tās būtiski neietekmē konstrukciju izturību. Ja koksne ir ieviesušās sēnes, pirmais solis ir precīzi noteikt to sugu. Pareiza sēņu identificēšana var sagādāt grūtības, tādēļ ieteicams vērsties pie speciālista. Katrs sēņu bojājumu gadījums jāizvērtē atsevišķi, lai noteiktu efektīvākos aizsardzības pasākumus.

Latvijas koka ēkās sastopamos koksnes kaitēkļus – kukaiņus - iedala trīs grupās: svaigas koksnes, sausas koksnes un mitras koksnes kaitēkļos. Visbīstamākie koka ēkām ir sausas, apstrādātas un iebūvētas koksnes kukaiņi, kuru darbības rezultātā ēku konstrukcijas un visdažādākie no koka darinātie priekšmeti dažkārt tiek pilnībā sagrauzti, tā nodarot ievērojamus materiālos zaudējumus. Pamanot koksnes miltus, kas birst no koksnes, vaboļu izskrejas caurumus uz koksnes virsmas vai pašas vaboles vērtīgā, no koka darinātā priekšmetā vai ēkā, vispirms ar speciālista palīdzību jānosaka bojājuma apjoms. Ņemot vērā gan to, cik draudīgs un plašs ir kukaiņu bojājums, gan arī to, kāda ir sagrauztā objekta vēsturiskā nozīmība un vērtība, izvēlas vai nu vienu piemērotāko vai vairākas

apkaršanas metodes, tās kombinējot. Kukaiņu apkaršana noteikti jāuztic speciālistiem ar pieredzi šādu darbu realizēšanā.

SĒŅU BOJĀJUMI KULTŪRVĒSTURISKĀS KOKA ĒKĀS

Dr. Ilze Irbe

Latvijas Valsts Koksnes Ķīmijas institūts, Koksnes bionoārdīšanās un aizsardzības laboratorija; e-pasts: ilzeirbe@inbox.lv

Koksne ir izturīgs būvniecības materiāls pret daudziem bioloģiskiem organismiem pie noteikuma, ja tā ir sausa. Ja koksne ilgstoši ir mitra, tās ilgizturību apdraud trupēšana. Ēkās sastopamas dažādu sugu sēnes, bet tikai trapes sēnes ir bīstamas koksnei. Tādēļ pareiza sēnes sugas noteikšana ir ļoti būtiska, lai vienotos par piemērotiem tās apkaršanas pasākumiem. Iespējams, nav viegli apzināties, ka sēņu hifas, kuras saskatāmas tikai mikroskopā, jo ir dažus mikrometrus platas, spēj gandrīz pilnībā noārdīt koksni, tā nodrošinot sevi ar barību un enerģiju. Līdzīgi ir ar sporām. Tās ir mikroskopiski sīkas, taču katrs sēnes augļķermenis veido miljardiem sporu gadā. Tās izplatās dabā un ēkās, kur gaida piemērotus apstākļos, lai uz mitras koksnes dīgtu un veidotu jaunu sēni. Ja dabā sēņu izplatība un attīstība ir vēlams process, tad ēkās sēņu augšana izraisa dažādas pakāpes koksnes bojājumus līdz pat konstrukcijas izturības zudumam. Turpmāk uzskaitīti vides faktori, kas veicina sēņu augšanu, parādīti biežākie iemesli sēņu bojājumiem kultūrvēsturiskās ēkās, dota sēnes uzbūve un attīstības cikls, kā arī aprakstīti trapes un krāsojošo sēņu bojājumi koksņē un ieteikti sēņu apkaršanas pasākumi.

Sēņu augšanas faktori

Sēņu augšanai nepieciešams:

- piemērots barības avots,
- noteikts mitrums un temperatūra,
- skābeklis un koksnes skābums.

Barības vielas

Sēņu augšanu veicina oglekli saturoši savienojumi. Trupes sēnes barībai izmanto koksnes šūnas sienīgas sastāvdaļas - celulozi, hemicelulozes, lignīnu, bet koksni krāsojošās sēnes (pelējums, zilējums) izmanto koksnes šūnas saturu - cukurus, cieti, olbaltumvielas. Turklāt, augšanai nepieciešams slāpeklis un minerālvielas (sērs, fosfors, kalcijs, magnijs, dzelzs, kālijs, mangāns, varš, cinks), kā arī vitamīns B1.

Koksnes mitrums

Koksnes mitrums ir svarīgākais nosacījums koksnes sēņu attīstībai. Ūdens ir vajadzīgs gan sporu dīgšanai, gan hifu augšanai. Sēnes aug pie koksnes mitruma no 30 - 120%, bet optimālais mitrums ir 40 - 80%. Ja koksne ir sausa un tās mitrums ir zem 20%, tad sēņu augšana nenotiek. Trupes sēnes ir tolerantas pret ilgstošiem sausuma periodiem. Ja inficēta koksne izžūst, bet pēc laika atkal samitrinās, sēne turpinās augt. Tādēļ ir ļoti svarīgi no konstrukcijām aizvēkt visu satrupējušo koksni, lai arī tobrīd tā ir sausa un trupēšana ir apstājusies.

Gaisa mitrums

Relatīvajam gaisa mitrumam ir liela nozīme, jo pastāv sakarība starp gaisa un koksnes mitrumu (līdzsvara mitrums). Augsts gaisa mitrums telpās veicina sēņu augšanu un attīstību. Pelējumu augšanu veicina gaisa mitrums > 75 - 95%, bet trupes sēņu augšanu > 90 - 95%. Jo higroskopiskāks materiāls, jo zemāks gaisa mitrums vajadzīgs sēņu augšanai.

Vides temperatūra

Temperatūra ir svarīgs faktors, kas ietekmē sēņu augšanas aktivitāti - sporu dīgšanu, augļķermeņa veidošanos, substrāta noārdīšanas intensitāti. Lielākai daļai sēņu augšanas temperatūra ir starp 3°C un 40°C, bet optimums - robežās no 25 - 32°C. Piemēram, īstai mājassēnei (*Serpula lacrymans*) optimums ir 21°C, bet maksimālā temperatūra ir 24°C. Trupes sēnes ir izturīgas pret ilgstošu sasalšanu. Letālās temperatūras ir ļoti zemas (-40°C).

Skābeklis

Sēnes ir aerobi (gaisa prasīgi) organismi, to elpošanai nepieciešams skābeklis. Skābekļa daudzums ir atšķirīgs dažādām sēnēm, piemēram,

mīkstās trupes sēnēm, kuras aug ļoti slapjā koksnē, to vajag ļoti maz. Lai sēnes attīstītos, koksnes porās jābūt 10 - 20% gaisa.

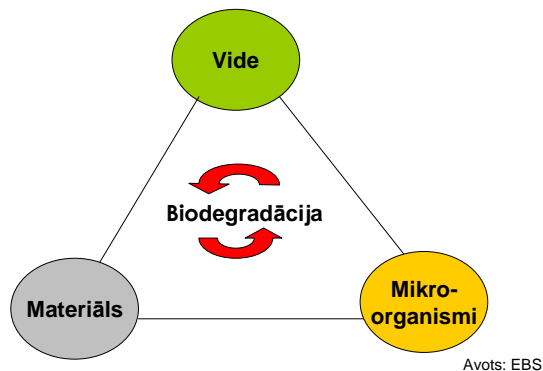
Vides skābums

Vides skābums (pH vērtība) ietekmē sporu dīgšanu, micēlija veidošanos, enzīmu aktivitāti, koksnes degradācijas intensitāti, augļķermeņa un sporu veidošanos. Koksnes vide ir vāji skāba, pH ~ 5. Šis skābums ir tuvu daudzu sēņu attīstības optimālajam skābumam (pH 5...6). Trupes un pelējuma sēņu attīstībai labvēlīgs vides skābums ir pH 3,3 - 6,4.

Ja kāds no augstāk minētiem faktoriem nepastāv, tad sēņu attīstība nenotiek.

Vissvarīgākais sēņu augšanas faktors ir koksnes mitrums. Ja iespējams nodrošināt pastāvīgu koksnes mitrumu zem 20%, t.i. uzturēt koksni sausu, tad pārējie vides faktori nespēs izraisīt sēņu augšanu.

Koksnes trupēšanas cikls



Shēmā parādīta mijiedarbība starp materiālu, vidi un mikroorganismu, kas izraisa koksnes bioloģisko noārdīšanos. Pieņemot, ka koksne kā materiāls un barības vielu avots koka ēkā ir nodrošināta, tad koksnes biodegradācijas iemesls ir vides izmaiņas. Sēņu attīstību koksnē veicina vides izmaiņas, kas rodas, piemēram, ēku sliktas uzturēšanas, celtniecības kļūdu, jaunu materiālu ieviešanas dēļ.

Biežākie iemesli sēņu bojājumiem kultūrvēsturiskās celtnēs:

- tekoši jumti, ko veicina apaugums ar sūnām vai tuvumā augoši koki, kuru lapas krājas uz jumta un akumulē papildus mitrumu (1., 2. att.);
- aizsērējušas vai bojātas ūdens notekcaurules, kas mitrina sienas un pamatus (3. att.);
- nepareizi iebūvētas/ atjaunotas grīdas (4. att.);
- mitri pagrabi, ko veicina augsts gruntsūdens līmenis vai ventilācijas trūkums (5. att.);
- rekonstrukcijā izmantota mitra, neizžāvēta koksne (6. att.);
- nepietiekoši vai nepiemēroti aizsargāta koksne.



1. att. Tekošs jumts un griesti kapličā; satrupējušās sienās atrasta sēne *Phellinus chrysoloma*. Iemesli – koku tuvums un nobirušās lapas rada papildu mitrumu; trūkst notekcaurules.



2. att. Apkārtējie koki veicina baznīcas jumta tecēšanu un sēņu bojājumus; baznīcas jumta konstrukcijā un starpstāvu pārsegumā atrastas astoņas sēņu sugas.



3. att. Mitras sienas un pamati baznīcā, nav uzstādītas ūdens notekas; nepareizi uzstādīta ūdens noteka, kas mitrina baznīcas pamatus.



4. att. Plaši īstās mājassēnes bojājumi zem baznīcas vecās grīdas; muzeja ratnīcas restaurētā grīda satrupējusi - īstās mājassēnes bojājumi, koksnes mitrums 28%.



5. att. Īstā mājassēne mitrā baznīcas pagrabā uz mūra griestiem (bulta).

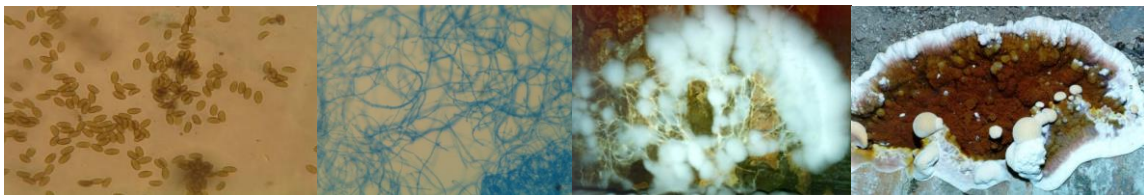
Sēnes uzbūve un attīstības cikls

Sēnes attīstās no sporām, tām nonākot uz piemērotas barotnes labvēlīgos vides apstākļos (7. att.). Sporām dīgstot, veidojas mikroskopiski bezkrāsas pavedieni, kurus sauc par hifām. Hifas ir ļoti smalkas, aptuveni 3 - 5 mikrometrus diametrā, redzamas tikai mikroskopā. Hifas apgādā sēni ar barības vielām. Piemērotos apstākļos augšana turpinās neierobežoti.

Hifām augot un zarojoties, veidojas apjomīgas pavedienu masas, kuras redzamas ar neapbruņotu aci, un tās dēvē par micēliju. Optimālos apstākļos micēlijs dienā izaug līdz 10 mm.

Dažām sēnēm hifas veido sakopojumus – auklas, kuru funkcija ir pārvietot ūdeni un barību no vienas augšanas vietas uz citu. Tās kā dzīslas caurauž inficētu ēku grīdas un sienas. Auklas ir raksturīgas īstai mājassēnei (*Serpula lacrymans*).

Augļķermeņi veidojas no pārveidotu un stipri sablīvētu hifu pinuma. Katras sugas sēnei ir raksturīgas formas, lieluma un krāsas augļķermeņi, pēc kura var identificēt sēni. Tie var būt klājeniski, pakavveida, cepurītes, nagveida, spilvenveida utt.

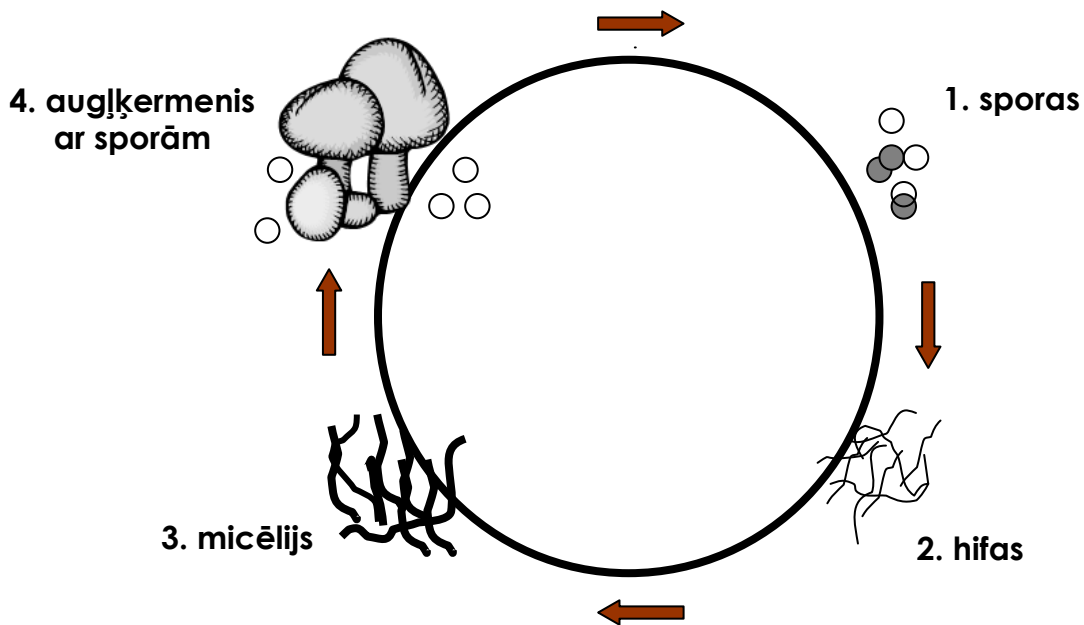


7. att. Īstās mājassēnes sporas 12 x 6 μm; hifas 3-5 μm, kas iekrāsotas ar kokvilnas zilo; micēlijs 20-30 cm; augļķermeņi 20-30 cm.

Augļķermeņi vai uz tā virsmas veidojas liels daudzums sporu, ar kurām sēne vairojas un izplatās tālāk, līdzīgi kā augi ar sēklām. Ar gaisa plūsmu, dzīvnieku vai cilvēku palīdzību tās tiek pārnēsātas un piemērotos apstākļos var izraisīt jaunu infekciju. Atsevišķas sporas ir ļoti sīkas (daži mikrometri), tādēļ ar neapbruņotu aci nav saskatāmas. Sporas ir raksturīgas katrai sugai un noder sēnes identificēšanai.

Sporas mums ir visapkārt, mēs tās nepamanām līdz brīdim, kad rodas attīstībai labvēlīgi apstākļi. Tad tās dīgst un veidojas hifas, bet no tām - micēlijs. No micēlija veidojas jauns augļķermeņis ar sporām, un attīstības cikls ir noslēdzies (8. att.).

Sēnes uz jaunām vietām izplatās ne tikai ar sporām, bet arī micēliju un augļķermeņiem, ja inficēta koksne tiek pārvietota, piemēram, ienesot mājā malku vai izmantojot celtniecības materiālus. Tomēr, sēnes attīstība notiks tikai tad, ja tai būs labvēlīgi vides apstākļi (skat. Sēņu augšanas prasības).



8. att. Sēnes attīstības cikls

Sēņu klasifikācija

Sēnes klasificē pēc dažādām pazīmēm. Šajā brošūrā aprakstīts sēņu dalījums pēc:

- koksnes bojājumu pakāpes (trupe; krāsojums),
- koksnes noārdīšanas ainas (brūnā, baltā, mīkstā trupe),
- mitruma prasībām (sausā; slapjā trupe).

Sēņu bojājumi koksnē

Sēnes, kuras sastopamas konstrukciju koksnē un nodara tai dažādas pakāpes bojājumus, iedala divās lielās grupās:

- I. Trupes sēnes, kuras noārda koksni, un ir visbīstamākās ēkām;
- II. Krāsojošās sēnes, kuras iekrāso koksni, pasliktinot tās dekoratīvās īpašības.

I. Trupes sēnes

Trupes sēņu izplatība ēkās

Ēku jeb mājas sēnes sauc arī par trupes sēnēm, jo tās izraisa celtniecības koksnes trupi iekšējās un ārējās konstrukcijās. Šīs pašas ēku sēnes ir

sastopamas arī dabā, kur noārda kritušu koku stumbrus. Vienīgais izņēmums ir īstā mājassēne jeb brants, kura mūsu platuma grādos ir sastopama tikai ēkās.

Trupes sēnes ir izplatītas pilsētu un lauku mājās, saimniecības ēkās, noliktavās, baznīcās. To izraisītie koksnes bojājumi nodara ievērojamus materiālos zaudējumus. Trupes sēņu ieviešanos kultūrvēsturiskās ēkās visbiežāk veicina to slikta uzturēšana vai celtniecības/ restaurācijas kļūdas (9. att.). Sēnes parasti iemītnās vietās, kur regulāri uzkrājas mitrums un nav ventilācijas. Iekšējās sēnes ir atrastas grīdās, sienās, griestos, jumtu konstrukciju iekšpusē, slapjos pagrabos, bet āra apstākļos – sienās, jumtos, logu rāmjos, kāpnēs, sētās, solos.



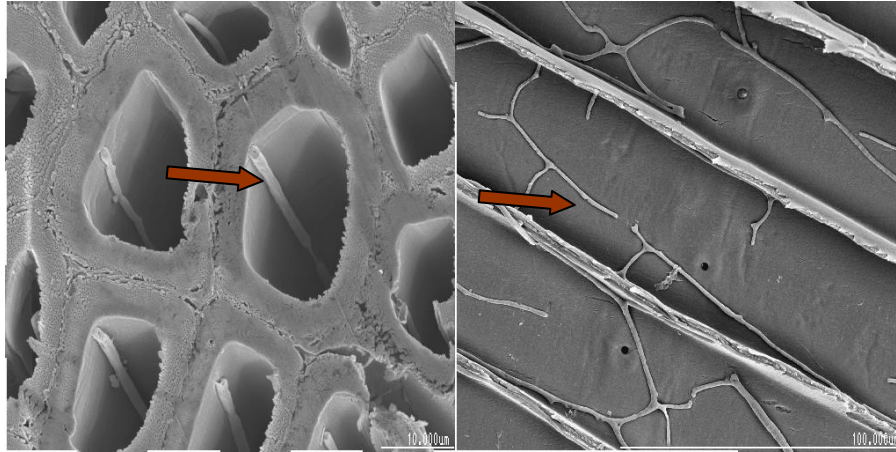
9. att. Slikti uzturēta kultūrvēsturiska dzīvojamā ēka; celtniecības kļūda atjaunotās dzirnavās – no satrupējušās mūrlatas (bulta) un vecās sijas gala (bulta) trupes sēne *Coniophora puteana* ir inficējusi jauno siju.

Svarīgākais pasākums, remontējot vai restaurējot vecu ēku, ir izstrādāt profesionālu projektu, kurā ņemta vērā gan konstruktīvā aizsardzība, gan piemērotu celtniecības materiālu izmantošana. Konstruktīvo paņēmieni mērķis ir novērst nepieļaujamas mitruma izmaiņas koksne, piemēram, nodrošināt nokrišņu novadīšanu, pietiekamu ventilāciju, hidroizolāciju, novērst mitruma kondensāta veidošanos, ilgstošu kontaktu ar grunti. Svarīgi ir nepieļaut koksnes samitrināšanos būvēšanas laikā.

Pirms ēkas atjaunošanas ieteicams izvērtēt arī tās stāvokli attiecībā pret bioloģiskiem bojājumiem, lai nepieļautu to atkārtotu ieviešanos pēc remonta. Identificēt bioloģiskos bojājumus, noteikt to apjomu un bīstamību palīdzēs eksperts.

Kā sēnes noārda koksni?

Trupes sēnes koksnes šūnās izplatās ar hifām, pārvietojoties pa šūnu dobumiem (10. att.) No hifām koksnē izdalās īpašas olbaltumvielas – enzīmi, ar kuru palīdzību sēne noārda koksnes komponentus (celulozi, hemicelulozes, lignīnu) līdz ogļskābai gāzei un ūdenim. Rezultātā notiek neatgriezeniskas izmaiņas koksnes struktūrā, kas izraisa materiāla stiprības zudumu.



10. att. Trupes sēnes hifas koksnes šūnu dobumos (bulta), bērza koksnes šķērsgriezums, SEM, paliel. 2400 x; hifas priedes šūnu dobumos (bulta), koksnes garengriezums, SEM, paliel. 950 x.

Koksnes trupi izraisa tikai sēnes, nevis vecums vai vides apstākļi (mitrums, UV starojums, temperatūras svārstības) kā nereti tiek uzskatīts. Šāds uzskats, iespējams, ir radies no tā, ka trupēšana jau sen beigusies un vairs nav redzams aktīvi augošs sēnes micēlijs vai augļķermeni, kas aplami liek domāt, ka koksne kļuvusi trausla un drupana no laika ietekmes. Atmosfēras izraisītā koksnes novecošanās ir ļoti lēna, koksnes virsmas izmaiņas notiek dažu milimetru dziļumā 100 gados.

Koksnes noārdīšanas aina

Pēc koksnes noārdīšanas ainas izšķir trīs galvenās trupes sēņu grupas:

- brūno,
- balto,
- mīksto trupi.

Šis iedalījums ir veidots pēc vizuālām koksnes izskata izmaiņām. Katrai trupes sēnei ir raksturīgi enzīmi, kas izraisa viena vai otra koksnes komponenta noārdīšanu.

Brūnās trupes sēnes noārda celulozi un hemicelulozes, izraisot strauju koksnes stiprības zudumu. Atliek brūna, drūpoša lignīna masa ar gareniskām un šķērsplaisām. Brūnā trupe ir raksturīga skuju kokiem (11. att.).

Baltās trupes sēnes noārda lignīnu un polisaharīdus dažādās attiecībās. Baltās trupes skartu koksni var viegli atpazīt pēc baltas, šķiedrainas celulozes masas. Baltā trupe ir raksturīga lapu kokiem (11. att.).

Mīkstās trupes sēnes noārda celulozi un hemicelulozes, bet lignīnu - dažādos apmēros, atkarībā no koka sugas. Trupējusi koksne kļūst pelēka un mīksta. Sēnes bojā gan lapu, gan skuju koksni (11. att.).

Sēnes sastopamas ārējās koka konstrukcijās īpaši mitros apstākļos, piemēram, dzelzceļa gulšņos, žogu mietos, kuģu un laivu koksņē. Ēkās mīkstās trupes sēnes bojā logu rāmjus, kur no ārpuses tos mitrina lietus, bet no iekšpuses - ūdens kondensācija.



11. att. Koksnes brūnā trupe; baltā trupe; mīkstā trupe.

Sausā un slapjā trupe

Dažkārt, atkarībā no koksnes mitruma, kādā attīstās sēnes, izšķir divus trupes veidus – **sauso** un **slapjo trupi**. Apzīmējums "sausā trupe" ir cēlies no angļu valodas "dry rot", ar ko apzīmē īsto mājassēni (*Serpula lacrymans*). Šī sēne atšķiras no pārējām ar spēju augt koksņē ar samērā zemu mitrumu – 30 - 40%, vai samitrināt sausu koksni. Īstā mājassēne izraisa koksnes brūno trupi.

Savukārt, "slapjā trupe" (no angļu valodas "wet rot") ir apzīmējums pārējām ēku sēnēm, kuru attīstībai nepieciešams relatīvi augsts koksnes mitrums (40 - 80%). Slapjās trupes sēnes izraisa gan koksnes brūno, gan balto trupi (skat. sadaļu *Koksnes noārdīšanas aina*).

Svarīgākās koksnes trupes sēnes kultūrvēsturiskās ēkās

Latvijas kultūrvēsturiskās koka ēkās un citās ārējās koka konstrukcijās (sētās, kāpnēs, solos) līdz šim identificētas vairāk kā 60 trupes sēņu sugas. Turpmāk aprakstītas biežāk sastopamās sēnes. Par trupes sēņu apkarošanu skat. sadaļu *Trupes sēņu apkarošana*.

Īstā mājassēne

Īstā mājassēne (*Serpula lacrymans*) jeb brants ir bīstamākā konstrukciju koksnes bojātāja Latvijā, Eiropā un citur pasaulē. Sēne ir ļoti destruktīva, dažu gadu laikā tā var izplatīties visā ēkā. Tā visbiežāk bojā skuju koku materiālus, izraisot brūno trupi. Sēne spēj inficēt salīdzinoši sausu koksni, kā arī izplatīties ēkā caur mūri un augt uz tā.

S. lacrymans aug pie gaisa temperatūras no plus 3°C līdz 24°C (optimālā plus 21°C) un koksnes mitruma 30 - 40%, lai gan spēj inficēt koksni ar 20% mitrumu. Satrupējusi koksne ir brūna, ar dziļām ar šķērsplaisām ik pa 3 - 5 cm.

Sēnes infekcija notiek ar sporām vai micēliju. Jauns micēlijs ir balts, bet vēlāk kļūst pelēks, plēvveidīgs. No micēlija veidojas hifu sakopojumi - auklas (12. att.).

Augļķermeņi pēc formas ir plakani, pieguļoši substrātam, ar rievotu virsmu, līdz 2 cm biezumā. Tie vispirms ir dzeltenīgi balti, bet, nogatavojoties sporām, kļūst rūsgani, ar baltu apmali (12. att.).

Ēkās sēne sastopama galvenokārt mitros pagrabos, grīdās, sienās un griestos.



12. att. *Serpula lacrymans* micēlijs un auklas senu dzirnavu griestu sijā; sēnes augļķermeņi uz griestu apmetuma un dēļiem.

Branta ieviešanas ēkās veicina:

- tekoši jumti;
- augsts gruntsūdeņu līmenis;
- inficētas malkas vai būvmateriālu izmantošana kurināšanā;
- nepiemēroti telpu apdares materiāli;
- gaisa necauraidīgi koka grīdas segumi (linolejs u.c.);
- ūdens uzkrāšanās ēkas ārpusē, piemēram, bojātas notekcaurules, pārplūstoši ūdens rezervuāri;
- telpu appludināšana, piemēram, bojātas ūdens caurules;
- grīdas dēļi tieši uz grunts;
- slapji pagrabi.

Brūnā pagrabsēne

Brūnā pagrabsēne (*Coniophora puteana*) izraisa skuju un lapu koksnes brūno trupi. Satrupējusi koksne ir sarkani brūna ar šķērsplaisām ik pa 1 - 2 cm. Pie augsta gaisa mitruma sēne veido bāli dzeltenu gaisa micēliju un auklas (13. att.), kas novecojot, kļūst brūnas. Attīstās pie 30 - 50 % koksnes mitruma un 23°C temperatūras. Sēnes augļķermeņi ir klājeniski, pieguļoši substrātam, 0,5 - 2 mm biezi, sākumā dzeltenīgi ar baltu apmali, vēlāk virsma kļūst kārpaina un brūna no sporām (13. att.). Ēkās atrod zem apmetuma uz dēļiem, sijās, slapjos pagrabos, jumta konstrukcijās.



13. att. *Coniophora puteana* micēlijs un auklas baznīcas grīdā; sēnes augļķermenis uz sijas senās dzirnavās.

Viļņainā antrodija

Viļņainā antrodija (*Antrodia sinuosa*) izraisa skuju koku brūno trupi. Satrupējusi koksne ir gaiši brūna ar smalkām šķērsplaisām ik pa 1 – 1,5 cm.

Augļķermeņi ir klājeniski, apmēram 5 mm biezi, sākumā balti, bet drīz kļūst dzeltenīgi brūni (14. att.). Sēnei nepieciešams koksnes mitrums ap 35 – 55%. Optimālā temperatūra ir ap 28°C, tādēļ sēni bieži atrod jumta konstrukcijās, kur tā izdzīvo augstas temperatūras un koksnes izzūšanas apstākļos. Vietās ar augstu gaisa mitrumu, piemēram, neventilētās jumta konstrukcijās vai zem ruberoīda pārklājumiem, tā veido baltu vēdekļveida micēliju. Sēne sastopama arī uz spārēm un ārējās apdares koksnes.



14. att. *Antrodia sinuosa* jauni augļķermeņi muižas griestu dēlī; veci augļķermeņi baznīcas jumta konstrukcijā.

Parastā sētaspiepe

Parastā sētaspiepe (*Gloeophyllum sepiarium*) izraisa skuju koku brūno trupī. Satrupējusi koksne ir tabakas brūnā krāsā ar sīkiem kubiņiem 2 – 5 mm garumā, kas redzami zem veselās virsmas. Visbiežāk sēne aug apslēpti, un, tikai izurbjot koksni caurumu, var atklāt, ka tās iekšpuse ir pilnībā satrupējusi. Optimālais koksnes mitrums ir 30 – 50 % un temperatūra 35°C. Tā veido sēdošus pusloka augļķermeņus, kas sākumā ir oranži vai gaiši brūni ar bālu apmali, bet vēlāk kļūst tumši brūni. Sastopama jumta konstrukcijās, logu elementos, ārējās kāpnēs, uz stabiem, mietiem, kā arī guļbūvēs, kur izvirzītās savienojuma vietās tās iekļūst koksni caur plaisām, kur turpina attīstīties (15. att.).



15. att. *Gloeophyllum sepiarium* brīvdabas muzejā uz sētas kārts; sēne atjaunotā ezerpilī uz jumta seguma.

Korfīcijas

Corticiaceae dzimtas sēnes attīstās iebūvētā koksne, izraisot balto trupi skuju un lapu kokiem. Augļķermeņi plāni, garozveida, balti, dzeltenīgi, okera, violeti, brūni, sarkanīgi, gludi vai kārpaini, parasti pieguļoši substrātam. Sastopamas atjaunotu guļbūvju sienās, jumta konstrukcijās un griestos, sliekšņos, balkonos, sētās, kāpnēs. Korfīcijas attīstās pie augsta koksnes mitruma, 60 – 70 % vai augstāka, bet optimālā temperatūra ir ap 28°C. Iebūvētā koksne sastopamas daudzas sugas, piemēram, pūkainā mizassēne (*Hyphoderma puberum*), plānā mizassēne (*Hyphoderma praetermissum*), dzeltenā šķeltzobe (*Hyphodontia alutaria*), divkrāsu sveksēne (*Resinicium bicolor*), lielā pergamentsēne (*Phlebiopsis gigantea*), okera zvaigznene (*Asterostroma cervicolor*), atēlijas (*Athelia spp.*), Brinkmaņa sistotrema (*Sistotrema brinkmannii*), miltainā trehispore (*Trechispora farinacea*) (16. att.).



16. att. *Hyphoderma puberum* uz koka balkona dēļiem; *Phlebiopsis gigantea* uz atjaunotas muzeja guļbūves ārsienas.

Trupes sēņu apkarošana

- Eksperts noņem sēņu paraugus, identificē un izvērtē bojājumu apjomu un nozīmīgumu. Nosaka nepieciešamos remonta darbus konstrukcijas saglabāšanai.

Identificējot trupes sēnes, svarīgākais ir pareizi noteikt, vai tā ir īstā mājassēne, jo pret šo sēni jāveic apjomīgi apkarošanas darbi. Ja nav pārliecības, vai tā ir īstā mājassēne, tad atrasto sēni jāpieņem kā īsto mājas sēni un jāveic atbilstoši apkarošanas pasākumi.

- Lokalizē un novērš mitruma avotus.
- Veicina ātru konstrukcijas izžūšanu.
- Aizvāc visu satrupējušo koksni un veselo koksni ½ metra attālumā no redzamām trupes pazīmju vietām.

Koksne, kas ārēji šķiet nebojāta, var būt cauraugusi ar sēnes hifām, ko var atklāt, paraugu mikroskopējot, un kas atsāks augt, ja koksne atkārtoti samitrināsies.

- Apstrādā atlikušo veselo koksni ar fungicīdu (minimums divi pilni otas pārklājumi).

Pret trupes sēnēm lieto fungicīdus, kuru sastāvā ir vara un bora sāļi, četraizvietotā alkilamonija savienojumi, tebukonazols u.c. Īstai mājassēnei efektīvi ir boru saturoši aizsarglīdzekļi. Svarīgi ir lietot norādītās koncentrācijas šķīdumu. Ja koncentrācija ir par zemu, preparāts nebūs efektīvs.

- Lieto ar fungicīdu apstrādātu aizvietojošo koksni.
- Veic papildus pasākumus, piemēram, nodrošina konstrukcijas ventilāciju, mitruma un siltuma izolāciju.

Īstās mājassēnes jeb branta gadījumā veic papildus apkarošanas pasākumus. Tie ietver bojātās koksnes, izolācijas un citu materiālu, kā arī sēnes augļķermeņu un micēlija drošu iznīcināšanu (parasti sadedzinot), inficētā zemgrīdas materiāla (izdedžu, grunts, smilts) aizvākšanu vismaz 15

cm dziļumā, inficētā mūra un apmetuma apstrādi ar boru saturošu aizsarglīdzekli.

II. Koksni krāsojošās sēnes (zilējums un pelējums)

Krāsojošās sēnes apdraud koksni visā tās kalpošanas laikā - gan tūlīt pēc koka nozāģēšanas līdz izžūšanai, gan arī koksnei atkārtoti samitrinoties ekspluatācijas laikā.

Zilējums

Zilējumu izraisa mikroskopiskās sēnes, kas koksnei ar augstu mitruma saturu izraisa aplievas iekrāsošanos. No sporām veidojas tumšas sēņu hifas, kuras iespiežas dziļi koksni, izraisot zili – melnu krāsojumu. Zilējums pasliktina koksnes dekoratīvās īpašības, pazeminot tās ekonomisko vērtību. Koksnes mehāniskās īpašības sēnes neietekmē. Inficēts materiāls uzsūc vairāk atmosfēras ūdeni (vieglāk samitrinās), tādējādi zilējums rada labvēlīgus apstākļus trapes sēņu attīstībai.

Zilējumu iedala primārā un sekundārā zilējumā. *Primārais zilējums* ir raksturīgs svaigi cirstiem kokiem un zāģmateriāliem. Optimālie sēņu augšanas apstākļi - koksnes mitrums 50 - 100%, temperatūra 22 - 29°C. Rekonstruējot vecu ēku, jāizvairās no mitras koksnes iebūvēšanas, jo tajā var iemesties zilējuma sēnes (17. att.). Kokmateriāliem jābūt sausiem, ar mitrumu zem 20%.



17. att. Sazilējušās atjaunotās dzirnavu durvis; zilējuma sēnes *Aureobasidium pullulans* melnas kolonijas

Sekundārais zilējums veido tumšu koksnes krāsojumu zem pārklājumiem iebūvētai koksnei. Sēnes parasti izaug cauri lakām vai krāsām, padarot virsmu melnu. Tās attīstās apstākļos, kur notikusi mitruma uzkrāšanās zem pārklājumiem.

Pelējums

Pelējumu izraisa mikroskopiskās sēnes. Sēņu optimālie augšanas apstākļi - koksnes mitrums 28 - 32%, gaisa mitrums 90%, temperatūra 20°C - 30°C. Ēkās pelējums bieži sastopams uz slapjas svaigi iebūvētas koksnes (18. att.). Līdzīgi zilējumam, arī pelējums izraisa koksnes aplievas iekrāsošanos, bet krāsojums veidojas uz koksnes virsmas. To rada krāsainu sporu masas, kas uz koksnes virsmas veido zaļu, pelēcīgu, melnu, sārtu vai dzeltenu krāsu. Pelējuma sēņu hifas iespiežas dziļi koksnē, bet tās ir bezkrāsainas un neizraisa iekšējo koksnes krāsojumu.

Pelējums var izraisīt niecīgu koksnes stiprības samazināšanos, bet ievērojami palielina koksnes porozitāti un caurlaidību, tādēļ apvelējusi koksne saslapinās daudz vieglāk, veicinot trapes sēņu ieviešanos. Var notikt arī koksnes deformācija mitruma atkarīga dēļ. Aktīvi augošu pelējuma sēņu klātbūtne norāda uz mitruma problēmu, kas palielina koksnes trupēšanas risku.

Vairāku pelējuma sēņu sugu kaitīgumu nosaka to veidotie mikrobiālie gaistošie organiskie savienojumi (MGOS) un mikotoksīni, kas cilvēkiem var izraisīt nopietnas alergiskas saslimšanas. Tādēļ telpās, kur regulāri uzturas cilvēki, no pelējuma jāatbrīvojas iespējami ātri (skat. Krāsojošo sēņu apkarošana).



18. att. Pelējuma sēnes uz atjaunotas dzīvojamās ēkas jumta dēļiem; pelējums uz baznīcas iekšējās sienas saplākšņa apšuvuma.

Pelējumu iedarbībai ir pakļauti svaigi kokmateriāli, apaļkoki, saplāksnis (18. att.). Var sapelēt arī mēbeles un ar aizsarglīdzekli apstrādāta koksne. Tādēļ pelējuma apkarošanai jāizvēlas aizsarglīdzeklis, kas domāts tieši pelējuma sēnēm.

Krāsojošo sēņu apkarošana

Kokmateriālu profilaktiskai aizsardzībai pret zilējumu un pelējumu pielieto mākslīgo žāvēšanu 40 - 60 °C vai fungicīdus, ar kuriem kokmateriālus apstrādā iegremdējot vai apsmidzinot. Nav atrasta efektīva metode, lai atbrīvotos no koksnes zilējuma. Daļēju efektu panāk, koksni balinot.

No pelējuma atbrīvojas, koksnes virskārtu vispirms nomazgājot ar ūdeni, bet pēc tam materiālu apstrādā ar pretpelējuma fungicīdu. Sēņu apaugumu ir svarīgi vispirms nomazgāt, lai mehāniski aizvāktu micēliju un sporas, kuras var izsaukt alerģiju.

Pret pelējumu un zilējumu lieto fungicīdus, kuru sastāvā ir benzalkonija hlorīds, bora savienojumi, nātrija hipohlorīts, nātrija hidroksīds.

Literatūra

Bech-Andersen, J. (1995) The dry rot fungus and other fungi in houses. Hussvamp Laboratoriets Forlag, Denmark, 139. pp.

Eaton, R.A., Hale, M.D.C. (1993) Wood: decay, pests and protection. Chapman & Hall, London, NY, 546. pp.

Eriksson, K.E., Blanchette, R.A., Ander, P. (1990) Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. Springer Verlag, Berlin, 407. pp.

Goodell, B., Nicholas, D.D., Schultz, T.P. (2003) Wood Deterioration and Preservation. Advances in Our Changing World. American Chemical Society, Washington DC, 465. pp.

Irbe, I., Andersone, I., Andersons, B. (2001) Distribution of the true dry rot fungus *Serpula lacrymans* in Latvia. *Folia Cryptogamica Estonia*, 38, 9-12.

Irbe, I., Andersone, I., Andersons, B. (2009) Koksnes trupes sēņu un krāsojošo sēņu daudzveidība un izplatība Latvijas ēkās. *LLU Raksti*, 23 (318), 91-102.

Irbe, I. (2001) Brūnās trupes sēņu destruktīvā iedarbība uz lignocelulozi. Apskats. *LLU Raksti*, 4, 23-34.

- Irbe, I., Karadelev, M., Andersone, I., Andersons, B. (2012) Biodeterioration of External Wooden Structures of the Latvian Cultural Heritage. *Journal of Cultural Heritage*, 135, 579–584.
- Irbe, I., Karadelev, M. (2009) Latvijas Etnogrāfiskā brīvdabas muzeja koka celtnu mikoloģiskā izpēte. *LLU Raksti*, 23 (318), 103-116.
- Irbe, I. (2008) Sēnes ēkās. *Vides vēstis*, 3, 52 – 55.
- Irbe, I. (2007) Sēņu bojājumi koksnē. - Koks būvniecībā. STILUS, Rīga, 217. -227. lpp.
- Jennings, D.H., Bravery, A.F. (1991) *Serpula lacrymans*. Fundamental biology and control strategies. -Wiley & Sons Ltd., England, NY, 217 pp.
- Rayner, A.D., Boddy, L. (1988) Fungal decomposition of wood. Wiley & Sons Ltd., England, NY, 586 pp.
- Schmidt, O. (2006) Wood and Tree Fungi. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 334 pp.
- Singh, J. (1994) Building mycology. Management of decay and health in buildings. -E & FN Spon, UK, 326 pp.

KOKSNES KAITĒKĻI - KUKAIŅI

Dr. Uwe Noldt

Hamburgas Tūnena koksnes pētījumu institūts, Vācija; e-pasts: uwe.noldt@vti.bund.de

Dr. Guna Noldt

Hamburgas universitāte; e-pasts: dr.g.noldt@web.de

Koksnes kaitēkļu – kukaiņu dzīves telpa un to bioloģiskās norises ir cieši saistītas ar koksni. Koksne var būt to barības avots, koksnē tie mājo, koksnē noris to dažādās attīstības stadijas.

Dabas norisēs kukaiņi, līdzīgi sēnēm un baktērijām, koku noārda un cilvēkam kā „koksnes bojātāji“ kļūst par kaitētājiem tad, kad tie savām dzīvības norisēm tik svarīgo vidi koksni padara cilvēkam nederīgu, t.i. to tehniski devalvē.

Svarīgi ir saprast atšķirību starp **dzīvas** jeb **svaigas koksnes kukaiņu sugām** un **sausas, nedzīvas koksnes kukaiņu sugām**. Dzīvas jeb svāigas koksnes kukaiņi apdraud nedaudz līdz vidēji novājinātus, vēja nogāztus kokus vai svaigu, nesen cirstu koku koksni. Sausas un nedzīvas koksnes kukaiņi bojā apstrādātu un iebūvētu koksni.

Attiecībā uz ēkās sastopamajiem koksnes bojātājiem, tieši sausas un nedzīvas koksnes kukaiņi nodara vislielākos materiālos zaudējumus, jo spējīgi būtiski reducēt koksnes konstrukciju stabilitāti un nestspēju, un pārvērst koksni koksnes miltos jeb pulverveida masā.

Atšķirībā no nedzīvas koksnes kukaiņu sugām, kuru dzīves cikls vairākus gadus ir ciešā saistībā ar sausu, apstrādātu vai iebūvētu koku, ar svaigu kokmateriālu ievazātie dzīvas koksnes kaitēkļi sausā koksnē pabeidz savu attīstību ar iekūņošanos un pieaugušas vaboles izskreju, bet pēc tam tai nekaitēs un neuzbruks atkārtoti. Dzīvas koksnes kaitēkļi nekādā gadījumā nav bīstami sausai, apstrādātai koksnei!

Trešā koksnes kukaiņu grupa - **mitras koksnes kukaiņi** - apdraud koksni, kas apstrādāta un ilgstoši samitrinās, un bieži vien sēņu iedarbības rezultātā jau daļēji noārdīta. Dažos gadījumos šo kaitēkļu izraisīto bojājumu rezultātā var tikt apdraudēta ēku nestspēja.

Pēdējos gados aizvien biežāk konstatē skudru nodarītos bojājumus.

1.tabula. Latvijā ēkās sastopamo koksnes kukaiņu iedalījums

Svaigas koksnes kukaiņi	Sausas koksnes kukaiņi	Mitras koksnes kukaiņi
Ēku zilais koksngrauzis (<i>Callidium violaceum</i> L.)	Ēku koksngrauzis (<i>Hylotrupes bajulus</i> L.)	Skujkoku sarkanais koksngrauzis (<i>Stictoleptura rubra</i> (L.))
Koksngrauzis (<i>Phymatodes testraceus</i> L.)	Mēbeļu ķermis (<i>Anobium punctatum</i> (De Geer))	
Koksngrauzis (<i>Pyrrhidium sanguineum</i> (L.))	„Nāves pulkstenis“ (<i>Xestobium rufovillosum</i> (De Geer))	
Lielā skujkoku ragaste (<i>Urocerus gigas</i> (L.))	Melnais ķermis jeb tikšķis (<i>Hadrobregmus pertinax</i> (L.))	
Ķermis (<i>Ernobius mollis</i> (L.))	(<i>Lyctus linearis</i> (Goeze))	
	(<i>Lyctus brunneus</i> (Stephens))	
Skudras (<i>Camponotus herculeanus</i> (L.)) (<i>Lasius spec.</i>)		

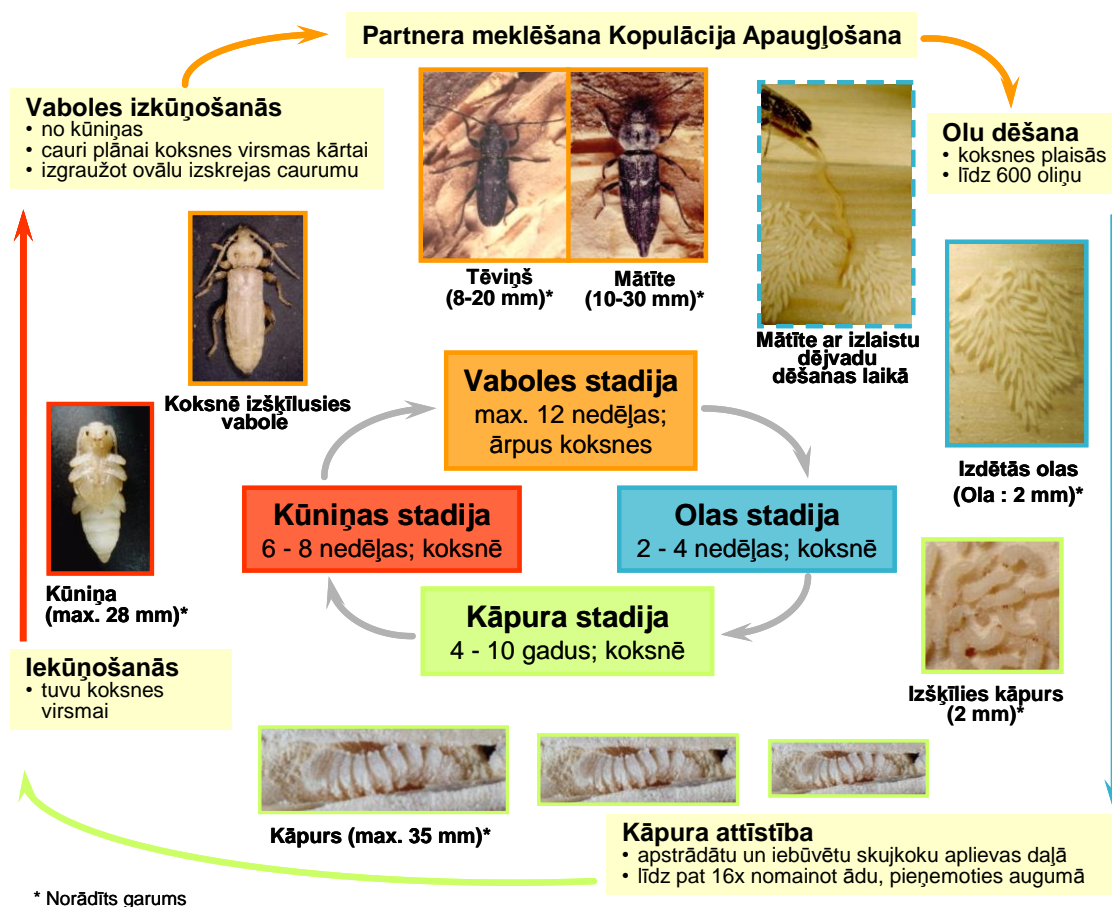
Kukaiņu attīstība, izskats un bojājumu pazīmes

Attīstība

Vissvarīgākā gandrīz visu koksnes kukaiņu dzīves ciklā ir to kāpura attīstības un barošanās stadija koksnē. Tās laikā kāpuri nodara lielus bojājumus, jo grauž koksni, izveidojot savas ejas, kas dažkārt virzās dziļi koksnē un līdz ar to ir izšķirošais faktors koksnes bojājuma pakāpei.

Dažādu koksnes kukaiņu dzīves ilgums ir dažāds. Viens dzīves cikls, kas ietver embrionālo attīstību olā, dažādas kāpura attīstības stadijas, iekūņošanās un pieaugušu vaboļu attīstību, piemēram, ēku koksngrauzim (*Hylotrupes bajulus* (L.)), kas bojā koksni mūsu platuma grādos, var ilgt līdz pat 10 gadiem (1.att.). Salīdzinājumam, viens dzīves cikls eksotiskajam, no tropu zemēm Eiropā ievazātajam koksnes kukainim – *Lyctus brunneus* (Stephens) - var ilgt tikai divus mēnešus tā dzimtenē tropos. Dzimumgatavību sasniegušu vaboļu stadijā, kas norit ārpus koksnes, pieaudzis īpatnis meklē partneri, ar to pārojas un tēviņš apaugļo mātīti, kas dēj oliņas koksnes plaisās un šķirbās. Koksnē no kūniņas izkūņojas vabole, bet, lai izkļūtu no koksnes, tā izgrauž izskrejas caurumus uz koksnes virsmas. Parasti pieaugušas vaboles koksni negrauž un nebojā! To dara kāpuri.

Vaboļu lidošanas un partnera meklēšanas, kā arī izskrejas laiki dažādām koksnes kaitēkļu sugām ir dažādi. Vispārēji var teikt, ka koksnes kukaiņu dzīves ilgums ir ļoti atkarīgs no barības vielu satura koksnē un tās sastāvdaļām (celulozes, hemicelulozes, lignīna, cietes, olbaltumvielām), temperatūras un koksnes mitruma pakāpes. Arī koksnes mehāniskās un ķīmiskās īpašības (piem., sēņu iedarbības rezultātā) būtiski ietekmē koksnes bojātāju aktivitāti.



1.att. Viens koksnes kukaiņa dzīves cikls: kā piemērs attēlots ēku koksngraužņa dzīves cikls ar tā 4 attīstības stadijām (olas-, kāpura-, kūniņas- un vaboles stadijas).

Izskats

Koksnes kukaiņu pieaugušu īpatņu jeb vaboļu un kāpuru (īsteno koksnes grauzēju) izskats būtiski atšķiras (2.att.).



2.att. Koksnes kukaiņu dažādas ķermeņa formas. Augšējā rinda: Pieauguši dzimumgatavību sasnieguši īpatņi (koksngrauzis, ragaste, ķermis, smecernieks). – Apakšējā rinda: Kāpuri (koksngrauzis, ragaste, ķermis, koksnrubis).

Bojājumu pazīmes

Koksnē no kūniņas izkūņojas pieaudzis īpatnis – vabole, kas izgraužas cauri koksnes virskārtai, atstājot tajā attiecīgajai koksnes kaitēkļu sugai raksturīgus, piemēram, apaļus vai ovālus izskrejas caurumus. Šie bojājumi ir diezgan necīgi un nenožīmīgi.

Savukārt kāpuru izgrauztās ejas koksnē, atkarībā no kaitēkļa sugas, variē pēc to lieluma un formas (āķveida, trepjveida u.c.), un tās ir papildītas ar koksnes skaidiņu un pašu grauzēju ekskrementu daļiņu maisījumu, tā saucamajiem „koksnes miltiem”. Tie nereti birst ārā no ejām un ir svarīga bojājumu pazīme. „Koksnes miltu” izskats, forma un krāsa ir sugai specifiska, tādēļ pēc to rūpīgas izpētes iespējama paša koksnes kaitēkļa identificēšana. Ēku koksngrauzis producē koksnes miltus, kas sastāv no cilindriskas formas daļiņām, „Nāves pulksteņa” ļoti smalko koksnes miltiņu atsevišķās daļiņas ir lēcveidīgas. Lāsumaini, ar tumšām koksnes mizas un gaišām koksnes aplievas skaidiņām sajaukti koksnes milti norāda uz ēku zilā koksngrauža vai ķirmja darbību.

Koksnes kaitēkļu barības spektrs, attiecībā uz izvēlēto koka sugu, ir plašs: mēbeļu ķermis grauž visdažādāko koku sugu koksnē: gan skuji-, gan lapkoku koksnē, savukārt „Nāves pulkstenis” izvēlas galvenokārt ozolkoku, bet lielā skujkoku ragaste bojā tikai skujkokus.

Svarīgākās koksnes kukaiņu sugas

Svaigas koksnes kaitēkļi-kukaiņi

Dzīvas jeb svaigas koksnes bojātāji apdraud novājinātus, vēja nogāztus kokus vai no svaigas, nesen cirstas koksnes pagatavotu kokmateriālu.

- Koksngraužu dzimta (Cerambycidae)

Šai grupai pieder koksngrauži, kuru dzīves ciklam nepieciešama koksne ar mizas kārtu, jo tie mizā un mizas plaisās dēj olas, bet mizā un aplievā grauž platas, kanālveida ejas. Koksnes milti ir lāsumaini (gaišu un tumšu daļiņu maisījums). Nobrieduši kāpuri to pēdējā attīstības stadijā aplievā izgrauž āķveida eju, lai tajā iekūņotos. Savukārt pieaugušas vaboles caur mizas kārtu izgrauž izskrejas caurumus, kas ir mazi, ar gludām maliņām. Šīs grupas koksngrauži ir tipiski malkas kaitēkļi, un tos bieži var atrast uzglabātajā malkas kaudzē, tādējādi tos nereti ienesot arī ēkās, kur tie piepeši parādās blakus kamīnam vai krāsnij, izraisot nepamatotu uztraukumu (3.att.).



3.att. Koksngrauži. Muzeja ēka (Detmoldā) ar malkas kaudzi; raksturīgs koksnes bojājums – Koksnes fragments ar graužumu aplievas daļā; āķveida eja. – Ēku zilais koksngraužis: Vaboles māfīte; Koksngraužis: Vaboles māfīte – Kāpurs; lāsumaini koksnes milti.

Ēku zilais koksngraužis (*Callidium violaceum* (L.)) (3.att.)

Izskats: 8-15 mm garš, vabole spilgti zilā vai violetā krāsā

Bioloģija: Viens dzīves cikls ilgst no 1-3 gadiem. Izlidošanas laiks jaunajā sezonā sākas jūnijā un turpinās līdz augustam.

Bojājumi: Priekšroku dod skujkoku koksnei, taču nereti kāpuri grauž arī lapkoku koksni.

Koksngraužis (*Phymatodes testraceus* (L.)) (3.att.)

Izkats: Vabole 6-18 mm gara, tās krāsojums ir mainīgs – dažkārt brūns, dažkārt zils vai arī šo krāsu kombinācija.

Bioloģija: Parasti viens dzīves cikls ilgst divus gadus. Lidošanas periods no maija līdz augustam.

Bojājumi: Priekšroku dod lapkoku sugām, dažkārt arī skujkokiem.

- Auglapsenes - Ragastu dzimta (Siricidae)

Šīs grupas koksnes kukaiņi ir svaigas koksnes bojātāji. Kāpuri līdz pieauguša īpatņa stadijai var attīstīties arī sausā, apstrādātā koksnē. Bez tam tie spējīgi izgrauzt izskrejas caurumus cauri ne tikai koksnei, bet visdažādākajiem citiem to pārsedzošiem materiāliem, kā, piemēram, svina, cinka vai skaidu plāksnēm. Tādējādi šis kukainis pieskaitāms pie tiem koksnes bojātājiem, kas var nodarīt ievērojamus materiālos zaudējumus. Tēviņi izteikti mazāki par mātītēm. Izlido jūnijā līdz pat septembrim. Ragastu mātītēm ir spēcīgs dējeklis, ar kura palīdzību tās koka stumbrā var izurbt līdz 1,5 cm dziļu eju, kurā dēj olas. Izšķīlušies kāpuri graužas virzienā uz koka serdi. Kāpuru izgrauztās ejas pieblīvētas ar koksnes miltiem, kas grūti pamanāmi, jo to krāsa neatšķiras no koksnes krāsas. Šajās ejās tie arī iekūņojas. Viena mātīte dēj vairākus simtus oliņu klāsteros pa četrām līdz astoņām oliņām vienā dējumā. Kāpuri nereti dzīvo simbiozē ar koksni noārdošajām sēnēm. Ragastu dzīves cikls ilgst 2, dažkārt 4 gadus, tās bojā skujkokus.

Lielā skujkoku ragaste (*Urocerus gigas* (L.)) (4.att.)

Izkats: Tēviņi apmēram 20-32 mm lieli, to ķermeņa lejasdaļa sarkanīgā krāsā, mātītes ir ievērojami lielākas, apm. 24-45mm lielas, to ķermeņa lejasdaļa ir dzeltenīgā krāsā.

Bojājumi: Izskrejas caurumi ir apaļi (caurmērā 2-8mm).

Retāk sastopama **zilā skujkoku ragaste** (*Sirex juvencus* (L.)), tās kāpuri priedes stumbrā attīstās 3-4 gadus.



4.att. Lielā skujkoku ragaste: Māfīte olu dēšanas laikā; kāpurs. – Izgrauztās ejas dažādos virzienos, piebļīvētas ar koksnes miltiem; raksturīgs bojājums ar kāpuru izgrauztām ejām, sabļīvēti koksnes milti (detalizēti) – Mizas gabals ar izskrejas caurumiem; jumta lata ar kāpuru izgrauztām ejām; detalizēti. – Necaurļaidīga folija ar kukaiņu izskrejas caurumiem; logu skārda plāksnes ar kukaiņu izskrejas caurumiem; detalizēti.

- Ķirmju dzimta (Anobiidae)

Ķirmji ir galvenokārt sausas un apstrādātas koksnes bojātāji, izņemot vienu sugu, kas bojā svaigu koksni, kas šeit aprakstīta.

Ķirmis (*Ernobius mollis* (L.)) (5.att.)

Izskats: Vaboles ir 3,5-6,5 mm lielas, slaidas, ar pelēcīgi baltu apmatojumu.

Bioloģija: Dzīves cikls ilgst 1 gadu (dažkārt 2 gadus). Dēj ap 10-20 olīņu mizas kārtā. Izlidošanas laiks sākas aprīlī un turpinās līdz augustam. Bieži sabiedrojas ar dzīvas koksnes koksngrauzņiem (skat. iepriekš).

Bojājumi: Šis kaitēklis bojā galvenokārt skujkoku, dažkārt arī lapkoku kokmateriālu, kam saglabāta miza. Tomēr to bojājumi ir samērā niecīgi, jo tie skar galvenokārt mizas kārtu, bet aplievas kārtu maksimāli 1-3mm dziļumā, dziļākie aplievas slāņi paliek neskarti. Vaboļu izskrejas caurumi mizas kārtā ir apmēram 2-3 mm lieli.



5.att. Ķirmis: Vaboles māfīte; kāpuri un to izgrauztajās ejas. – Notēsts koka fragments ar kāpuru grauzumiem aplievas daļā; koksnes milti ar apaļām ekskrementu daļiņām.

Sausas, nedzīvas koksnes kukaiņi

Sausas un nedzīvas koksnes kukaiņi bojā apstrādātu, iebūvētu koksni un dažkārt nodara lielus ekonomiskus kaitējumus.

- Koksngrauzņu dzimta (Cerambycidae)

Ēku koksngrauzis (*Hylotrupes bajulus* (L.)) (6.att., 7.att.)

Izskats: Vabolēm ķermenis ir garš un slaidš (8-26mm); tēviņi salīdzinājumā ar māfītēm mazāki, ar ļoti gariem taustekļiem, māfītēm ķermeņa apakšdaļa pagarināta, no tās izlaiž dējvadu; no olām attīstās kāpuri, kas grauz koksni tik skaļi, ka tas dzirdams bez speciālu instrumentu palīdzības.

Bioloģija: Viens dzīves cikls svārstās no 1-10 gadiem, vidēji no 3-6 gadiem. Pārsvārā dzīvo ēku bēniņos un nereti no guļbaļķiem celtās mājās. Sezonālās izlidošanas laiks sākas maijā un turpinās līdz augustam (it īpaši pusdienlaikā un pēcpusdienas stundās). Māfīte vienas sezonas laikā atkārtoti dēj oliņas koksnes spraugās un šķirbās, kopumā 50-600 oliņu. Izšķīlušos kāpuru attīstība lielā mērā atkarīga no apkārtējiem vides faktoriem un barības vielu satura koksnē, it īpaši no olbaltumvielu satura. Kūniņas stadija ilgst divas līdz četras nedēļas; bet pieaugušas vaboles dzīvo vienu līdz trīs mēnešus un visu šo periodu iztiek bez barības uzņemšanas.

Koksnes bojājumi: Ēku koksngraužu kāpuri grauž un bojā skujkoku koksnes aplievas daļu. Tie sastopami cilvēku tiešā tuvumā – dzīvojamās ēkās, šķūņos, u.c. Vaboļu izskrejas caurumi uz baļķu, dēļu un cita veida kokmateriāliem ir ovāli, ar daļēji izrobotām maliņām. Vecus grauzumus no svaigiem bojājumiem koksnē var atšķirt, aplūkojot koksnes miltus: svaigi koksnes milti ir irdeni, gaišā krāsā, sajaukušies ar cilindriskas formas ekskrementu daļiņām. Turpretī vecu, senāku grauzumu koksnes milti salīp, ir tumšā krāsā. Smagu un masīvu bojājumu gadījumā koksnes virsma uzbīdusi.



6.att. Ēku koksngrauzis: Vaboles māfīte; kāpurs.– Grauzuma šķērsriezums aplievas daļā; cilindriskā veida ekskrementu daļiņas. – Masīvi bojājumi ēkas ārpusē; bojāts grīdas dēlis. – Kolnasāta: Zemnieku sētas daļa; izskrejas caurumi ēkas iekšpusē.



7.att. Medumu (Vasarišķu) Romas katoļu baznīca: Baznīca; bēniņi; bojājuma detaļas.

- Ķirmju dzimta (Anobiidae)

Ķirmji ir galvenokārt sausas un apstrādātas koksnes bojātāji. Pieaugušas vaboles ir mazas, līdz 8 mm lielas, tumšā krāsā, bet kāpuri līdzinās maijvaboļu kāpuriem, vēderpusē izliekti C veidā.

Mēbeļu ķermis (*Anobium punctatum* (De Geer)) (8.att., 9.att., 10.att.)

Izskats: Vaboles ir 3-5mm garas, tumši brūnā krāsā, reti gaiši brūnā krāsā.

Bioloģija: Viena dzīves cikla ilgums svārstās no 2-3 gadiem. Izlidošanas laiks iesākas aprīlī un turpinās līdz augustam. Pieaugušas vaboles koksni negrauž un barību neuzņem. Ķermis dēj oliņas vai nu katru atsevišķi vai klāsteros (pa 20-40), izvēloties šim nolūkam piemērotu vietu koksnes plaisās vai vecās kāpuru izgrauztās ejās.

Bojājumi: Ķirmji pieder pie visizplatītākajiem koksnes kaitēkļiem, kas nodara vislielākos materiālos zaudējumus. To kāpuri grauž gan skuju- gan lapkoku sausu, nedzīvu un apstrādātu koksni, nereti savairojoties masveidā. Tas sastopams visur: gan ēku bēniņos, gan grīdas dēļos, mēbelēs, mākslas priekšmetos un baznīcu interjerā. Masīvu bojājumu gadījumā uz koksnes virsmas novēro neskaitāmus 1-2 mm lielus, apaļus izskrejas caurumus, bet koksnes dziļākos slāņos kāpuru darbības rezultātā koksne var tikt sagrauzta līdz pulverveida masai.



8.att. Mēbeļu ķermis: Vaboles māfīte; kāpurs. – Raksturīgi masīvi koksnes bojājumi; koksnes milti ar ekskrementu daļiņām, kam vienpusēji spīci gali. – Liepāja: Sv. Trīsvienības baznīca, koksnes kaitēkļu bojājumi ērgelēs; Sv. Annas baznīca, kukaiņu bojājumi altārī.



9.att. Mēbeļu ķermis, dažādi koksnes kaitēkļu bojājumi mēbelēs: Lampas pamatne (Papes Bīvdabas muzejs), salūzusi statne. – Skapja balsts (detalizēti); skapis muzeja krātuvē (Latvijas Etnogrāfiskais Bīvdabas muzejs).



10.att. Mēbeļu ķermis, dažādi bojājumi baznīcu interjerā un krātuvēs: Ērģeles (Kuldīgas Sv. Trīsvienības baznīcā; teslis (Latvijas Etnogrāfiskais Bīvdabas muzejs) detalizēti. — Svečturis

(Maltas (Rožentovas) Sv. Krusta pagodin. Romas katoļu baznīca); baznīcas iekšpusē; grāmatas vāki (Grīvas Dievmātes plīvura baznīca).– Altāra izrotājums (Grīvas Dievmātes plīvura baznīca); ikona (Nīderkūnu vecticībnieku baznīca).

„Nāves pulkstenis“ (*Xestobium rufovillosum* (De Geer)) (11.att.)

Izskats: Vabole ir 5-9 mm gara, drukna.

Bioloģija: Viena dzīves cikla garums svārstās no 3-6 gadiem (dažos gadījumos līdz pat 15 gadiem!). Izlidošanas laiks no marta līdz jūlijam, olas dēj mitras koksnes plaisās vai cauri veciem izskrejas caurumiem vecās kāpuru izgrauztās ejās. Lai pievilinātu pretējā dzimuma pārstāvi, “Nāves pulksteņa” pieaugušas vaboles – gan tēviņi gan māfītes -noteiktā ritmā klauvē ar galvu pret koksni.

Bojājumi: Bojā lapkoku - ozola, vīksnas, gobas, alkšņa, bērza, skābarža, un papeles - koksni, ko bieži vien jau inficējušas koksnes bojātājas sēnes. Praksē bieži sastopams baznīcu konstrukciju daļās – balķu un mūra savienojuma vietās. Sagrauzta koksne poraina, izskatās līdzīga sūklim; no vēlīnās koksnes paliek pāri vien plānas plāksnītes. Kāpuru izgrauztās ejas koksne nevienādas, neregulāras, bet pieaugušu vaboļu izskrejas caurumi ir apmēram 3-4 mm lieli. Dažkārt vaboles izskrejai izmanto vecus, citu vaboļu iepriekš izgrauztus caurumus.



11.att. „Nāves pulkstenis“: Vaboles māfīte; kāpurs. – Raksturīgi masīvi koksnes bojājumi; koksnes milti ar lēcveidīgām ekskrementu daļiņām. – Burtnieku lūt. baznīca; Bojājumi kolonnas pamatnē; -Turlavas Lipaiņu baznīca: Bojājumi kanceles balstā.

Melnais ķirmis jeb tikšķis (*Hadrobregmus (=Coleostethus, = Anobium, = Dendrobium) pertinax* (L.)). (12. att.) Dažādos literatūras avotos minēti dažādi melnā ķirmja jeb tikšķa sinonīmi latīņu valodā, tādēļ, lai novērstu neskaidrības, šeit uzskaitīti visi.

Izskats: Ļoti līdzīgs mēbeļu ķirmim, tomēr izmērs nedaudz lielāks – 4,5-6mm liels, brūngani melnā krāsā.

Bojājumi: Pārsvarā bojā satrunējušu un nereti sēņu degradētu, mitru skujkoku koksni. Arī kāpuri un to izgrauztās ejas, salīdzinājumā ar mēbeļu ķirmi, ir nedaudz lielāki. Izskrejas caurumi apmēram 3 mm lieli.



12. att. Melnais ķermis jeb tikšķis: Vabole blakus izskrejas caurumam; masīvi koksnes kaitēkļu un sēņu bojājumi (Igaunijas Etnogrāfiskais Brīvdabas muzejs, Tallinā); – Konstruksiju virsma ar izskrejas caurumiem un bojājumiem; nokrituši balķi (Rudušku baznīca).

Latvijā baznīcu interjerā – altārī, kancelē, ērgelēs un solos – sastopams arī **ķermis (*Ptilinus pectinicornis* (L.))** (13. att.), it īpaši, ja minētie priekšmeti pagatavoti no lapkokiem. Kāpuru izgrauztās ejas ir pieblīvētas ar koksnes miltiem, kas ir šim ķermim ļoti raksturīga pazīme.



13. att. Ķīrmis: Māfīte un tēviņš; kāpurs. – Raksturīgi bojājumi baznīcu interjerā; masīvi bojājumi ar smalkiem koknes miltiem (detalizēti). – Beigtas vaboles ejās zem koknes virsmas; izgrautās ejas dažādos virzienos.

- Aplievas grauzēju dzimta (Lyctidae)

Visā pasaulē sastopamas ap 90 sugas, tikai 6 no tām atklātas Viduseiropā, bet Latvijā līdz šim atrastas 2 sugas, no tām 1 suga netipiska Latvijas apstākļiem.

Lyctus linearis (Goeze) (14.att.)

Izskats: Vaboles 2,5-5,5mm lielas, brūnā vai brūngani melnā krāsā.

Bioloģija: Viens dzīves cikls ilgst 1-2 gadus. Vaboļu izlidošanas laiks sākas maijā vai jūnijā. Lai kāpuru attīstība noritētu sekmīgi, svarīga nozīme ir olbaltumvielu, cietes un cukura saturam koksnē. Māfītes dēj maksimāli 50 oliņu atsevišķi jeb klāsteros pa piecām oliņām katrā dējumā.

Bojājumi: Kāpuri vislabprātāk grauž gaissausa, apstrādāta ozolkoka koknes aplievas daļu (dažos gadījumos arī citu lapkoku koksnī). Eksofisks, Latvijas apstākļiem netipisks koknes bojātājs ir:

***Lyctus brunneus* (Stephens) (15.att.)**

Izskats: Vaboles 3,5-7mm lielas, sarkanīgi brūnā krāsā.

Bioloģija: Kosmopolīts, pateicoties koksnes eksportam un importam, izplatīts visā pasaulē. Vienas dzīves cikls ilgst no 2-18 mēnešiem to dzimtenē tropos, bet apmēram 4 gadus Viduseiropā. Vaboļu izlidošanas laiks sākas pavasarī vai arī atkarībā no telpas temperatūras. Māfītes dēj ap 50 oliņu atsevišķi vai klāsteros pa piecām oliņām katrā dējuma, šim nolūkam izvēloties vai nu koksne atrodamās plaisas, vai pašu izgrauztos izskrejas caurumus. Vaboles kļūst sevišķi aktīvas, lestājoties krēslai,.

Bojājumi: Kāpuri vislabprātāk grauž tropos un subtropos izplatīto lapkoku sugu koksni, kas importēta Eiropā. Arī vietējo lapkoku koksni, kas bagāta ar olbaltumvielām un cieti. Spējīgas izgrauzties cauri visdažādākajiem koksni pārsedzošajiem materiāliem (tai skaitā skujkokam). Bojājuma gadījumā koksnes virsma izcaurumota ar neskaitāmiem, apmēram 1-2mm lieliem vaboļu izskrejas caurumiem. Ļoti plāna, papīra biezuma koksnes kārtā pārklāj sagrauzto, pulverveida masai līdzīgo koksni. Kāpuru izgrauztās ejas nevienādas, apmēram 2mm platas, ar ļoti smalkiem koksnes miltiņiem.



14.att. *Lyctus linearis*: Vaboles izskrejas laikā uz koksnes virsmas; iebūvēts parkets (Rīgā). – Bojājums gaišajā koksnes aplievas daļā; parketa bojājums. – Parkets remonta laikā; kāpuru izgrauztās ejas izlauztajos parketa dēļšos.



15.att. *Lyctus brunneus*: Vaboles; kāpuri. – Sagrauzts modernu durvju fragments; smalki, talkam līdzīgi koksnes milti. – Bojātas koksnes fragments ar izskrejas caurumiem un vabolēm.

Pēdējos gados, piemēram, Vācijā, pieaug ozolkoka parketa imports no Austrumeiropas valstīm, šādi ievazājot *Lyctus brunneus* (Stephens) un citas *Lyctus* sugas. Līdz šim Latvijā, cik zināms šīs publikācijas autoriem, konstatēts tikai viens gadījums: renovējot dzīvokli, tā saimnieki pasūtīja un iebūvēja grīdas dēļus no Portugāles, tādējādi importējot arī šo kaitēkli. Ņemot vērā faktu, ka māju būvniecībā un dzīvokļu interjerā prasības pēc ekskluzivitātes un eksotikas aizvien pieaug, iespēja šādā veidā ievazāt Latvijas apstākļiem netipiskus koka bojātājus palielinās.

Mitras koksnes kukaiņi

Šai grupai pieder koksnes kaitēkļu sugas, kas bojā tikai apstrādātu ilgstoši samitrinātu koksni. Bieži cieš koksne, kas ilgāku laiku atradusies kontaktā ar augsni.

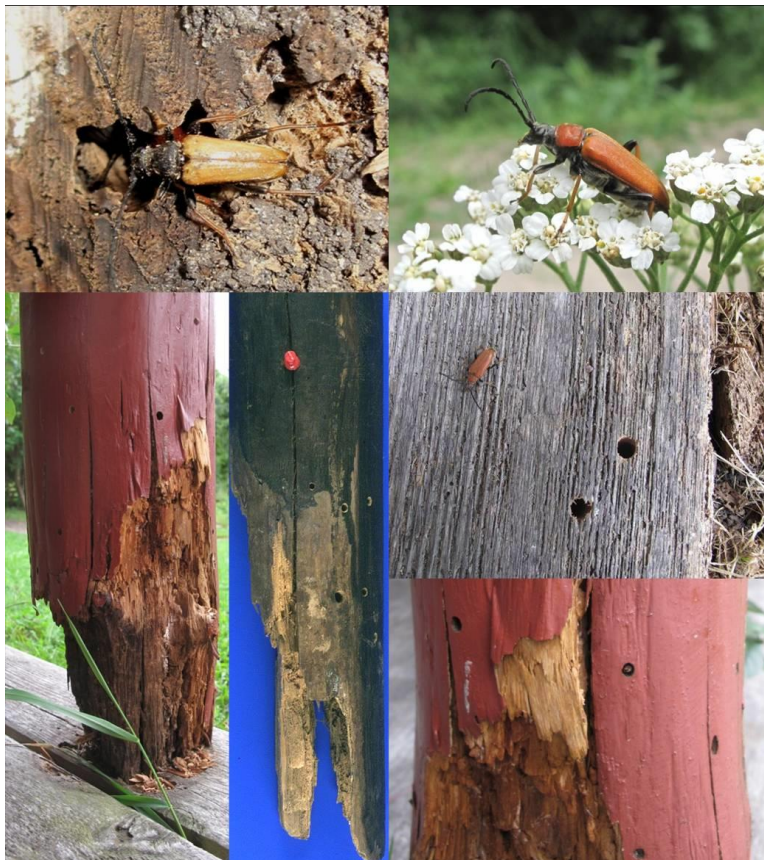
- Koksngraužu dzimta (Cerambycidae)

Skujkoku sarkanais koksngrauzis (*Stictoleptura rubra* (L.)) (16.att.)

Izskats: Vaboles 12-20 mm garas, māfītes gaiši sarkanā krāsā, bet tēviņi dzeltenīgi brūni.

Bioloģija: Dzīves cikls aptver divus vai vairākus gadus. Izlidošana sākas maijā, turpinās līdz septembrim, visbiežāk jūnijā un augustā. Dēj ap 700 olu satrunējušas koksnes plaisās. Dabā pieaugušas vaboles visbiežāk sastopamas uz puķēm, jo barojas ar ziediem un to nektāru, turklāt tā ir vieta, kur māfītes satiek tēviņus.

Bojājumi: Kāpuri galvenokārt grauž mitru skujkoku koksni, arī ozolkoku. Praksē bojājumus visbiežāk konstatē logu rāmjos, elektrības mastos, virpotos koka mietos (palisādēs).



16.att. Skujkoku sarkanais koksngrauzis: Tēviņš uz mitras koksnes; māfīte uz ziediem. – Balsts; palisāde; koka plankā kontaktā ar augsni; ārejās konstrukcijas elements ar izskrejas caurumiem.

Citi kaitēkļi

- Skudru dzimta (Formicidae)

Skudras koksni kā barības avotu izmantot nevar, taču bŭvē tajā savus mājokļus – ligzdas, it īpaši, ja koksni iepriekš “apstrādājušas” to noārdošās sēnes un citi kukaiņi (17.att.).

Latvijā ēkās un mājokļos sastopamas **tumšā koksnes skudra** (*Camponotus herculeanus* (L.)) un **skudras** (*Lasius spec.*), kas bŭvē ligzdas, dziļi paslēptas iebŭvētā un apstrādātā koksnē, tādējādi ilgu laiku paliekot nepamanītas un neatklātas.

Izskats un bioloģija: Dzīvo saimēs ar sarežģītu kopdzīves struktūru. Spārni ir tikai tēviņiem un māfītēm, kas periodiski pamet ligzdu un pārojas. Spārnoto skudru lidošanas laiks sākas aprīlī un turpinās līdz jūlijam. Darbaskudras kopj ligzdu, spārnu tām nav. Kāpuri baltā krāsā, tārpsveidīgi.

Bojājumi: Parasti bojā mitru, iepuvušu koksni vai arī sausu kokmateriālu. Koksnē veido ejas vai pat lielus dobumus; to izveidotās ligzdas sastāv no dažādām kamerām, kuru bŭvniecībā skudras nereti izmanto koksnes gadskārtas: agrīno koksni bojā, bet vēlīno koksni negrauž, tā saglabājas stabila un veido attiecīgās kameras starpsienu. Bieži vien skudras savās ligzdās sanes savākto visdažādāko materiālu – koksnes skaidiņas, augsnes daļiņas un izolācijas materiālu daļiņas.



17.att. Skudras: Spīdīgā melnā skudra; skudras to ligzdā; spārnoti dzimumgatavību sasnieguši īpatņi izšķīlšanās laikā. – Iebūvēta ligzda starp ēkas mūri un koksnes konstrukcijas sastāvdaļu; skudru izbūvēta ligzda no izolējošā materiāla daļiņām. – Bojāts grīdas dēlis.

Iepriekš aprakstītie koksnes kaitēkļi pieder pie svarīgākajiem Latvijā sastopamajiem, taču bez tiem eksistē vēl daudzi citi. Noteikti jāpiemin tieši vecās lauksaimniecības ēkās bieži vien sastopamie dzīvas un svaigas koksnes kaitēkļi, kuru dzīves telpa drīzāk ir mežs, tādēļ jau īsu laiku pēc koksnes iebūvēšanas šie kaitēkļi aiziet bojā un koksnes bojājums apstājas (piem., koksngrauži, gremzgrauži). Bez tam koksni var bojāt kaitēkļi, kas to izmanto savu ligzdu būvniecībā, izgraužot koksni dobumus (kodes, zaglīši, ādgrauži u.c.) vai to noskrāpējot (piem., kukaiņi no sabiedrisko dzimtas). Koksnes kaitēkļiem ir arī dabīgie ienaidnieki (t.s. sekundārie koksnes kukaiņi), kas paši koksni nebojā, taču koksnes kaitēkļus izseko un vajā (piem., skudruļīši) vai arī parazitē uz tiem (piem. jātnieciņi). Sekundārie koksnes kukaiņi (no dažādām plēvspārņu dzimtām) bieži vien izmanto „īsto“ koksnes kaitēkļu izgrauztās vecās ejas savu pēcnācēju audzināšanai un šādi simulē koksnes bojājumu!

Koksnes bojātāju apkarošana

Visas koksnes kukaiņu apkarošanas metodes var iedalīt trīs lielās grupās (18.att.):



18.att. Koksnes bojātāju apkarošana: Silta gaisa metode kombinācijā ar mitruma regulāciju (Āhenes Doma baznīcā); Brīvdabas muzejā Detmoldā; gāzēšana ar CO₂ (Detmoldā). – Karsta gaisa- un silta gaisa metode kombinācijā ar mitruma regulāciju, pielietota visas mājas apstrādē (Detmoldā). – Termiskās kameras metode (Tittlingenā); vējdzirnavu gāzēšana muzejā (Tittlingenā). – Mikroviļņu metodes pielietošana koksnes kaitēkļu apkarošanas laikā ozolkoka balžos (Detmoldā). – Koksnes ķīmisko aizsardzības līdzekļu pielietošana.

1) Fizikālās metodes:

karsta gaisa metode;
silta gaisa metode kombinācijā ar mitruma regulāciju;
termiskās kameras metode;
mikroviļņu metode;
infrasarkanā staru metode;
augstas frekvences radiācijas metode;
rentģena- (X) un gamma- (γ) starojuma metode;
saldēšanas metode.

Cīnoties ar sausas un apstrādātas koksnes kukaiņiem, piemēram, ar ēku koksngrauzi, gadījumos, kad skarta visa ēka vai tās atsevišķas konstrukciju daļas, piemēram, Vācijā, Austrijā, Anglijā, Dānijā un Skandināvijas valstīs jau daudzus gadus veiksmīgi pielieto **karsta gaisa metodi**. Nonākot saskarē ar 50°C un augstāku temperatūru, kukaiņiem piemetas «drudzis» un to fizioloģiskie šūnu dzīvības procesi apstājas, līdz tie nobeidzas pavisam. Šī metode ir efektīva un tai pašā laikā absolūti nekaitīga gan no cilvēka veselības, gan vides aizsardzības viedokļa. Eksperimentāli pierādīts, ka karsējot koksni aptuveni 12-24 stundas tā, lai koksnes iekšienē līdz pat kodolam tās temperatūra sasniegtu 55°C un vismaz vienu stundu paliktu konstanta, koksnes kaitēkļi aiziet bojā neatkarīgi no tā, kādā dzīves cikla stadijā tie atrodas (oliņa, kāpurs, kūniņa vai vabole). Attiecīgi koksnes apkārtējās vides, respektīvi, telpas temperatūra karsēšanas laikā sasniedz maksimāli 100°C. Diemžēl pielietojot šo metodi, nav absolūti drošas garantijas, ka pēc kāda laika apstrādātajā koksnē vai no tās izgatavotajās konstrukciju daļās no jauna ieviestos kaitēkļi. Turklāt pastāv risks, ka karsēšanas laikā koksne var sākt plaisāt, no tās iztecēt sveķi vai parādīties nevēlamas izmaiņas koksnes krāsojumā.

Nereti izskan jautājums: vai ķīrmja apsēstus neliela izmēra priekšmetus, piemēram, krēslu, galdu un citus, uz kādu laiku varētu ievietot karstā pirtiņā un tādējādi apkarot kaitēkļus? To var darīt tikai tad, ja priekšmets pagatavots no masīvkoksnes un nav lakots, krāsots vai apzelfīts. Pretējā gadījumā jebkurš eksperts drīzāk ieteiks **siltā gaisa metodi, kas kombinēta ar regulētu mitruma padevi** jeb **termiskās kameras metodi**. Šādā veidā karsējot vai nu visu ēku kopumā, vai atsevišķus no koka darinātus priekšmetus 4 dienas, koksnes mitrums ar speciālas tehnikas palīdzību saglabājas konstants, arī telpas temperatūra ir zemāka nekā iepriekš aprakstītās metodes pielietošanas laikā un sasniedz maksimāli 80°C, līdz ar to šī metode ir saudzīgāka un risks attiecīgo priekšmetu sabojāt mazāks.

Pēdējos gados Viduseiropā aizvien biežāk ar labiem panākumiem izmanto arī **mikroviļņu metodi**, tomēr tās pielietošanā, ir daži ierobežojumi.

Praksē šo metodi bieži izmanto kukaiņu apkarošanai parketā, kā arī kāpņu un atklātu balķu konstrukcijās.

2) Ķīmiskās metodes

Gāzēšana ar reaktīvām gāzēm

Praksē visbiežāk izmanto sulfurdifluorīdu [SO_2F_2], ciānūdeņradi [HCN], fosforūdeņradi [PH_3] un metilbromīdu [CH_3Br], kas ir toksiskas gāzes un ar tām atļauts strādāt tikai speciālām firmām. Viena no pēdējā laikā aktuālākajām diskusijām izraisījusies par **metilbromīda** – gāzes, kas noārda ozona slāni - lietošanu. Eiropas Savienība norāda, ka metilbromīda ražošana un patērēšana būtu jāpārtrauc pilnībā, izņemot dažus gadījumus, ievērojot Monreālas protokolā noteiktos kritērijus. Turklāt Eiropas Savienība metilbromīda izņemšanu no aprites noteikusi jau ar 2009.gadu, savukārt Monreālas protokola ietvaros minēts 2015.gads. Līdz šim Latvijā vērienīgos projektos, sadarbojoties Latvijas un Vācijas zinātniekiem, metilbromīds kukaiņu gāzēšanai izmantots vairākas reizes: 2005. gadā apkaroti koksnes bojātāji Lestenes ev. luteriskās baznīcas iekārtas fragmentos, 2008. gadā Liepājas Svētās Trīsvienības baznīcā un 2009. gadā Kuldīgas Svētās Trīsvienības Romas katoļu baznīcā.

Gāzēšana ar smacējošām gāzēm

Pēdējos gados aizvien biežāk koksnes kaitēkļu apkarošanā izmanto smacējošās gāzes – slāpekli, ogļskābo gāzi, argonu u.c., kas izplešoties izspiež skābekli, tā izraisot visu dzīvības norisēm svarīgu funkciju izmainīšanos, darbības traucējumus, līdz kaitēkļi aiziet bojā. Diemžēl šī metode ir dārga – 4-6 nedēļas attiecīgo objektu novieto attiecīgās gāzes, piemēram, 99% N_2 vai 60% CO_2 atmosfērā. Savukārt, strādājot ar CO_2 , daļa oglekļa dioksīda stājas ķīmiskā reakcijā ar ūdeni gan gaisā, gan arī attiecīgajā objektā, tā rezultātā veidojas ogļskābe (H_2CO_3), kas rada viegli skābu vidi un var izraisīt nevēlamas izmaiņas dažādo priekšmetu polihromajā krāsojumā un lakojumā.

Ķīmisko koksnes aizsardzības līdzekļu izmantošana

Konstatējot kukaiņu vai sēņu problēmu, bieži vien izmanto **ķīmiskos koksnes aizsardzības līdzekļus**, kas dažkārt, ja tos pielieto pareizi un speciālistu uzraudzībā, garantē labus panākumus. Koksnes ķīmiskos aizsardzības līdzekļus pielieto, tos uztriepjot, izsmidzinot uz attiecīgā objekta virsmas vai ķīmisko līdzekli ievadot dziļākos koksnes slāņos injekciju veidā. Vispirms apstrādājamā koksne izurbj caurumus - cieši vienu aiz otra ik pa 15 cm, un ar spiedienu tajos ievada attiecīgo ķīmisko aizsardzības līdzekli, piemēram, permethrīnu (Piretroīdi). Šīs metodes negatīvās sekas diemžēl ir

ievērojami izmainītais objekta estētiskais veidols gan no iekšpuses gan no ārpuses, jo tas izcaurumots.

Konstatējot koksnes miltus, vaboļu izskrejas caurumus uz koksnes virsmas vai vaboles vērfīgā, no koka darinātā priekšmetā, dzīvojamā ēkā, kultūras pieminekļu aizsardzības objektā, muzejā vai kur citur, vispirms jālūdz padoms speciālistam! Pirms lielā steigā ķerties pie koksnes bojātāju apkarošanas, vispirms rūpīgi jāizvērtē sagrauztā objekta vēsturiskā nozīmība un vērtība, jānogaida eksperta slēdziens par bojājuma pakāpi un apjomu, pēc tam izvēloties vai nu vienu piemērotāko, vai vairākas apkarošanas metodes, tās kombinējot. Šis pienākums jāuztic speciālistiem ar pieredzi šādu darbu realizēšanā.

Literatūra

- Becker, G. (1950) Zerstörung des Holzes durch Tiere. In: Mahlke-Troschel-Liese, J., Handbuch der Holzkonservierung. Springer, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 111-165
- Bordereau, C., Clément, J.-L., Jequel, M., Vieau, F. (2002) Termites. Centre Technique du bois et de l'ameublement, 207 pp.
- Brauns, A. (1991) Taschenbuch der Waldinsekten. Gustav Fischer, Stuttgart/Jena, 860 pp.
- Bravery, A.F., Berry, R.W., Carey, J.K., Cooper, D.E. (2003) Recognising wood rot and insect damage in buildings. BRE press, Garston, 126 pp.
- Creffield, J.W. (1991) Wood-destroying insects – wood borers and termites. CSIRO Publishing, Melbourne, 44 pp.
- Cymorek, S. (1984) Schadinsekten in Kunstwerken und Antiquitäten aus Holz in Europa. In: Holzschutz-Forschung und Praxis, Symposium 1982 im Forschungs- und Entwicklungszentrum Krefeld, Kommissionsverlag, DRW-Verlag Weinbrenner-KG, Leinfelden-Echterdingen, 37-56
- Dajoz, R. (2007) Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Editions TEC & DOC Lavoisier, Paris, 648 pp.
- Ebeling, W. (1975) Urban Entomology. University of California, Riverside, 695 pp.
- Ehnström, B., Holmer, M. (2007) Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Skalbaggar: Långhorningar. Coleoptera: Cerambycidae. ArtDataBanken, SLU, Uppsala, 302 pp.
- English Heritage (2001; Ed. Ridout, B.V.) Timber – The EC Woodcare Project: Studies of the behaviour, interrelationships and management of deathwatch beetles in historic buildings. English Heritage Research Transactions 4, 114 pp.

- English Heritage (2012) Practical building conservation – Timber (Eds. McCaig, I., Ridout, B.). Ashgate Publishing Ltd., Farnham, 487 pp.
- Fritzsche, R., Keilbach, R. (1994) Die Pflanzen-, Vorrats- und Materialschädlinge Mitteleuropas. Gustav Fischer, Jena/Stuttgart, 458 pp.
- Geis, K.-U. (2002) Gebietsfremde Splintholz- und Bohrkäfer, nach Mitteleuropa mit Importholz und anderen Gütern eingeschleppt. In: eine Bestandsaufnahme (Coleoptera: Lyctidae, Bostrichidae), Mitt. Intern. Entom. Vereins e.V. Frankfurt, 106 pp.
- Graf, E., Meili, M. (2001) Holzstörende Pilze und Insekten. Analyse, Prognose, Bekämpfung, Lignatec 14, 27 pp.
- Grosser, D. (1985) Pflanzliche und tierische Bau- und Werkholz-Schädlinge. DRW-Verlag Weinbrenner-KG, Leinfelden-Echterdingen, 159 pp.
- Haustein, T. (2010) Zur Diagnose und integrierten Bekämpfung Holz zerstörender Insekten unter besonderer Berücksichtigung der Buntkäfer (Coleoptera, Cleridae) als deren natürliche Gegenspieler in historischen Gebäuden. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 175 pp.
- Hickin, N. E. (1953) The woodworm problem. The Rentokil Library. Hutchinson & Co LTD, London, 123 pp.
- Hickin, N.E. (1975) The insect factor in wood decay. In: An account of wood-boring insects with particular reference to timber indoors. The Rentokil Library, 383 pp.
- Huckfeldt, T., Schmidt, O. (2006) Hausfäule- und Bauholzpilze. Rudolf Müller, Köln, 377 pp.
- König, E. (1957) Tierische und pflanzliche Holzschädlinge – Erkennen, Lebensgewohnheiten und Schädlichkeit holzerstörender Insekten und Pilze – Schutz und Bekämpfung. Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH, Stuttgart, 330 pp.
- Mallis, A. (2004) Handbook of pest control. GIE Media Inc., 1397 pp.
- Mattsson, J. (2010) Treskade – Insekter i bygninger. Mycoteam, Oslo, 149 pp.
- Maurir, H., Winding, O, Sunesen, E. (1975) Skadedjur och andra gäster inomhus. G.E.C. Gads Förlag, 224 pp.
- Noldt, U. (2005) Holzinsekten. In: Müller, J. (Hg.): Holzschutz im Hochbau. Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart, 73-100
- Noldt, U. (2006) Holzerstörende Insekten – Befallsmerkmale, Monitoring, Langzeituntersuchungen und Begleitung von Bekämpfungsmaßnahmen in historischen Gebäuden. Forschungsreport 2, 33-37
- Noldt, U. (2011) Schäden durch Insekten. In Huckfeldt T, Wenk H-J (Hg.): Holzfenster –Konstruktion, Schäden, Sanierung, Wartung. Biotische Schäden an Holzfenstern Teil 5.2. Rudolf Müller, Köln, 208-245

- Noldt, U. (2011) Holzzerstörende Insekten in unseren Häusern – Arten, Schäden, Lebensbedingungen, ausgewählte Fallstudien. *Holzforschung Austria*, HFA-Schriftenreihe 35, 1-25
- Noldt, U., Michels, H. (2007) Holzschädlinge im Fokus – Alternative Maßnahmen zur Erhaltung historischer Gebäude. (Beiträge der internationalen Tagung im LWL-Freilichtmuseum Detmold/ Westfälisches Landesmuseum für Volkskunde). *Schriften des LWL-Freilichtmuseums Detmold*, Detmold, 27, 265 pp.
- Noldt, U., Noldt, G. (2007): Ķirmji un citi koksnes bojātāji. *Vides Vēstis*, 3 (98). 56-57
- Noldt, G., Noldt, U., Andersone, I., Andersons, B. (2007): Koksnes kaitēkļi kultūras pieminekļos. *Vides Vēstis*, 4 (99), 56-59
- Noldt, U., Noldt, G. (2012) Manual on wood-destroying insects and their monitoring. *Estonian open air museum proceedings*, Tallinn, 34 pp.
- Noldt, U.; Noldt, G. (2013). Koksnes bojātāji Latvijā. *Latvijas architectura* 110, 98-103
- Peters, B.C., King, J., Wylie, F.R. (1996) Pests of timber in Queensland. Queensland Forestry Research Institute, Information Series QI96092, 175 pp.
- Rees, D. (2004) *Insects of stored products*. CSIRO Publishing, Collingwood. 181 pp.
- Rheinheimer, J., Hassler, M. (2010) *Die Rüsselkäfer Baden-Württembergs*. Verlag Regionalkultur, Karlsruhe, 944 pp.
- Ridout, B.V. (2000) *Timber Decay in Buildings and its Treatment: The Conservation Approach*. Spon Press, London, 232 pp.
- Robinson, W.H. (2005) *Urban insects and arachnids. A handbook of urban entomology*. Cambridge University Press, Cambridge, 472 pp.
- Schmidt, H. (1949) *Die tierischen Schädlinge des Holzes*. Verlag M. & H. Schaper, Hannover, 143 pp.
- Schmidt, H. (1954) *Holzinsekten*. Die Neue Brehm-Bücherei 36, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg-Lutherstadt, 35 pp.
- Schmidt, H. (1962) *Tierische Schädlinge im Bau- und Werkholz - Ein Taschenbuch zur Bestimmung und Verhütung von Fraßschäden*. Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin, 35 pp.
- Sutter, H.-P. (2002) *Holzschädlinge an Kulturgütern erkennen und bekämpfen - Handbuch für Denkmalspfleger, Restauratoren, Konservatoren, Architekten und Holzfachleute*. Verlag Paul Haupt, Bern/Stuttgart, 166 pp.
- Vité, J.-P. (1952) *Die holzerstörenden Insekten Mitteleuropas*. „Musterschmid“, Wissenschaftlicher Verlag, Göttingen, Band 1, 155 pp.
- Weidner, H./Sellenschlo, U. (2003) *Vorratsschädlinge und Hausungeziefer*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 320 pp.