

AKCIJU SABIEDRĪBAS „LATVIJAS VALSTS MEŽI” UN
LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTA „SILAVA”

ZINĀTŅIETILPĪGĀ
LĪGUMDARBA

SAKŅU TRUPES UZRAUDZĪBA UN IEROBEŽOŠANA SKUJKOKU MEŽOS

ATSKAITE

IZPILDĪTĀJS: LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS „SILAVA”

PROJEKTA VADĪTĀJS: TĀLIS GAITNIEKS, VADOŠAIS PĒTNIEKS, MEŽZINĀTŅU
DOKTORS

T. Gaitnieks

2010

Saturs

Kopsavilkums	3
1. Darba uzdevumi.....	4
2. <i>Heterobasidion annosum</i> augļķermeņu sastopamības novērtējums uz trupējušām eglēm, celmiem un ciršanas atliekām.....	5
2.1. Metodika.....	5
2.2. Rezultāti.....	21
2.2.1. Ciršanas atliekas	21
2.2.2. Celmi	24
2.2.3. Trupējuši koki.....	27
2.2.4. „Ekoloģiskie” koki	32
3. <i>H.annosum</i> attīstības dinamika.....	33
4. Trupes izplatība egles stumbrā uz bāziskām, auglīgām kūdras augsnēm un trupes izraisītie lietkoksnē zaudējumi	35
4.1. Metodika.....	35
4.1.1. Lauku darbu metodika	35
4.1.2. Kamerālo darbu metodika	35
4.2. Rezultāti.....	36
4.2.1. Trupes izplatības novērtējums egļu stumbros	36
4.2.2. Trupes izraisītās lietkoksnē sortimentu izmaiņas.....	37
5. <i>H.annosum</i> infekcijas izplatīšanās novērtējums auglīgās kūdras augsnēs	41
6. <i>H.annosum</i> augļķermeņu attīstības novērtējums atšķirīgos meža tipos	48
7. <i>H.annosum</i> S un P grupas izolātu attīstības analīze mākslīgi inficētos kokos	50
8. Skujkoku stādmateriāla rezistences pētījumi.....	51
9. Egļu trupi izraisošās sēnes bijušajās lauksaimniecības zemēs	52
10. Publikācijas žurnālam „Baltijas koks”	55
11. Secinājumi	56
12. Literatūras saraksts	57

PIELIKUMI

Kopsavilkums

Saskaņā ar 2009. gada 2. pusgada Darba uzdevumiem un kalendāro plānu, novērtējot *H.annosum* augļķermeņu attīstību uz ciršanas atliekām, konstatēts, ka 3 – 6 gadu laikā visvairāk augļķermeņu veidojas kūdreņu meža tipos (Ks, Kp) – 5071 cm² uz 1 m³ koksnes, sausieņu tipos (Dm, Vr, Gr) un āreņos (As, Ap) attiecīgi 3918 cm² un 2637 cm²; savukārt slapjajā damaksnī (Dms) tikai 670 cm². Lielāko daļu (85%) no analizētajām 164 trupējušām eglēm sastāda koki, kur augļķermeņi sastopami tikai uz stumbra vai uz stumbra un saknēm. Uz koka stumbra veidojas 2,5 x vairāk augļķermeņu kā uz saknēm, vidējais augļķermeņu laukums uz viena šāda koka sastāda ≈ 800 cm². Savukārt uz izgāztiem eglu celmiem konstatēta vidēji 383 cm² liela sēnes augļķermeņu virsma.

Apsēkotajā objektā eglu audzē uz eitrofas kūdras augsnes uzmērītajiem paraugkokiem aritmētiski vidējais trupes izplatības beigu augstums stumbrā ir 4,9 m, bet minimālais un maksimālais trupes izplatības beigu augstums stumbrā attiecīgi 1,4 m un 8,6 m. Uzmērītajiem paraugkokiem trupes izplatības beigu augstums stumbrā ir tieši atkarīgs no trupes caurmēra celma augstumā, jo ir konstatēta statistiski būtiska, lineāri pozitīva korelācija ($R=+0,490 > R_{0,05;40}=0,310$). Uzmērītajiem paraugkokiem trupes izplatības beigu augstums stumbrā ir netieši atkarīgs no koka dimensijām (celma caurmēra), jo starp šiem rādītājiem nav konstatēta statistiski būtiska korelācija ($R = +0,010$), bet ir konstatēta statistiski būtiska, lineāra pozitīva korelācija ($R=+0,731$) starp koka celma caurmēru un trupes caurmēru celma augstumā. Ja trupējušā stumbra daļa atbilst tikai malkas kvalitātes prasībām, tad apsekotajā objektā paraugkoku aritmētiski vidējais trupes izraisītais lietkoksnis sortimentu relatīvais samazinājums ir 50,4%±2,5%, tas ir, no 85,7 uz 42,6%. Ar *H.annosum* stipri inficētā audzē uz eitrofas kūdras augsnes no 124 inficētiem kokiem un 43 celmiem tika izdalīti 88 dažādi *H.annosum* genotipi; daudzo, relatīvi nelielo genotipu sastopamība liecina par sporu infekcijas dominanci analizētajā parauglaukumā. Iegūtie dati apstiprina, ka veicot mežizstrādi veģetācijas perioda laikā, svaigi celmi ir viens no nozīmīgākajiem sakņu trupes izplatību veicinošiem faktoriem.

Pārskata periodā turpināti *H.annosum* augļķermeņu attīstības dinamikas pētījumi. Atsevišķā eksperimentā augļķermeņu veidošanās novērtēta uz 82 trupējušām mežizstrādes atliekām (2008.-2009.gadā ievāktais materiāls). Divos meža tipos Kp un Dm izvietoti 147 ar sakņu piepi inficēti 70 – 100 cm gari nogriežņi (eksperimentam izmantoti 42 nozāģētie paraugkoki). Minētajā eksperimentā skaidrota arī mizas bojājumu ietekme uz augļķermeņu attīstību.

Apsēkojot eglu audzes, kas ierīkotas uz bijušajām lauksaimniecības zemēm (3 objekti), konstatēts, ka 2 no apsekotajiem objektiem trupī izraisījusi *Heterobasidion parviporum*, bet vienā parastā apmalpiepe *Fomitopsis pinicola*. Skujkoku rezistences pētījumiem AS Latvijas valsts meži „Sēklas un stādi” Arborētuma siltumnīcā sagatavoti 456 eglu un 334 priežu stādi, bet MPS „Kalsnava” Eksperimentālajā kokaudzētavā 600 trīsgadīgu eglu un 400 trīsgadīgu priežu stādi. Pārskata periodā sagatavotas 2 publikācijas žurnālam „Baltijas koks”.

1. Darba uzdevumi

Saskaņā ar projekta uzdevumiem 2009. gadā (Vienošanās pie 2005.gada 10.maija līguma Nr. 5.5.-5.1/12001/05/23 Par pētniecības pakalpojumu sniegšanu) 5. etapā līdz 2009. gada 31. decembrim bija paredzēti sekojoši darba uzdevumi:

1. *Heterobasidion* sp. augļķermeņu novērtējums uz mežā atstātiem trupējušiem kokiem un celmiem (2008.gada, kā arī 2009.gadā papildus ievāktā materiāla analīze);
2. Analizēt *H.annosum* augļķermeņu attīstības dinamiku platlapju kūdreņos uz mežā atstātiem kokmateriāliem (ne mazāk kā 40 baļķi);
3. Noskaidrot trupes izplatību egles stumbrā uz bāziskām, auglīgām kūdras augsnēm un aprēķināt trupes izraisītos lietkoksnēs zaudējumus (tiks nozāģēti ne mazāk kā 20 koki);
4. Ievākt koksnes paraugus platlapju kūdrēnī ļoti stipri inficētā audzē no celmiem un kokiem, lai izdalītu *H.annosum* intersterilitātes grupas un genotipus – *H.annosum* infekcijas izplatīšanās analīze (materiāls tiks ievākts vismaz no 50 kokiem un celmiem);
5. Izvietot ar *H.annosum* inficētus stumbra nogriežņus (garums 1 metrs) platlapju kūdrēnī un damaksnī, lai izvērtētu faktoros, kas veicina piepes augļķermeņu veidošanos (katrā meža tipā tiks izvietoti ne mazāk kā 70 nogriežņi);
6. Ievākt urbumu skaidiņas no mākslīgi inficētiem kokiem, lai analizētu *H.annosum* S un P grupas izolātu attīstību (materiāls tiks ievākts no 9 koku sugām, kopā 180 koki);
7. Sagatavot stādmateriālu skujkoku rezistences pētījumiem (vismaz 500 stādi);
8. Turpināt ar *Heterobasidion* sp. inficēto platību apzināšanu bijušajās lauksaimniecības zemēs un *Heterobasidion* sp. izolātu kolekcijas papildināšanu.
9. Sagatavot populārzinātniskas publikācijas žurnālam „Baltijas koks”
 - 9.1. *Heterobasidion* spp. sakņu trupe – bioloģija, izplatība, trupes izraisītie mežsaimnieciskie zaudējumi un ierobežošanas iespējas;
 - 9.2. Trupējusi egles koksne kā sakņu trupes izplatību veicinošs faktors.

2. *Heterobasidion annosum* augļķermeņu sastopamības novērtējums uz trupējušām eglēm, celmiem un ciršanas atliekām

Sakņu piepe *Heterobasidion annosum* s.l. ir viena no izplatītākajām un postošākajām skujkoku slimībām Latvijā un pasaulē. Viens no tās izplatīšanās veidiem ir bazīdijsporu izsēja no sēnes augļķermeņu virsmas. Literatūrā tiek norādīts, ka no katra sēnes augļķermeņa 1cm² virsmas 1 stundas laikā izsējas 35000-151000 sporu (Möykkynen et al., 1997), līdz ar to radot mežā *H.annosum* augšanai labvēlīgus apstākļus un būtiski palielinot infekcijas izplatīšanās risku.

Lai novērtētu *H.annosum* izplatību veicinošos faktoros egļu audzēs, tika uzmērīti sēnes veidotie augļķermeņi uz mežā sastopamām ciršanas atliekām, kokiem (izgāztiem, nolauztiem, nokaltušiem, bet neizgāztiem, daļēji izgāztiem, utt.) un celmiem.

2.1. Metodika

Laika posmā no 2007. - 2009.gadam tika apsekoti:

- 385 dažādu dimensiju ($\varnothing \geq 8\text{cm}$) ciršanas atliekas - 179 atliekas 2007.gadā, 94 - 2008.gadā un 112 - 2009.gadā (15 atliekas bija ļoti stipri satrupējušas un tāpēc tās izdalītas kā „ekoloģiskās” atliekas);
- 143 egļu celmi (22 celmi 2007.gadā, 13 - 2008.gadā un 108 - 2009.gadā);
- 164 ar sakņu piepi inficēti koki, uz kuriem konstatēti *H.annosum* augļķermeņi;
- 32 vairāk kā 10 gadus zemē guļoši, stipri satrupējuši „ekoloģiskie” koki.

Lai noteiktu ciršanas atlieku vecumu, informācija par veiktajiem mežsaimnieciskajiem pasākumiem attiecīgajos nogabalos iegūta A/S Latvijas valsts meži un Valsts Meža dienestā.

Empīriskais materiāls ievākts dažādos meža tipos - damaksnī (Dm), slapjajā damaksnī (Dms), gāršā (Gr), lieknā (Lk), platlapju kūdrenī (Kp), šaurlapju kūdrenī (Ks), platlapju ārenī (Ap), šaurlapju ārenī (As), vērī (Vr) un lānā (Ln).

Kopā 3 gadu laikā dati ievākti 58 objektos Olaines, Ogres, Babītes, Kuldīgas, Kandavas, Auces, Madonas, Cesvaines, Jelgavas, Talsu, Tukuma, Skaistkalnes, Vecumnieku un Amatas novados (skat. 1.tabulu).

1.tabula. Ar *H.annosum* inficētā analizētā materiāla raksturojums.

Nr.	Mežniecība; Mežsaimniecība, iecirknis	Kvartāls, nogabals	Audzes sastāva formula	Audzes vecums	Meža tips	*Analizētais materiāls
1	SIA "Rīgas meži", Olaines mežniecība	92.kv., 9.nog.	8E2P	89	As	2 K 9 A
2	SIA "Rīgas meži", Olaines mežniecība	114.kv., 16.nog.	5P5E	98	As	1 K 1 EA 2 C
3	SIA "Rīgas meži", Olaines mežniecība	116.kv., 2.nog.	6E2P2B	108	Ap	7 K 6 EK 5 EA
4	SIA "Rīgas meži", Olaines mežniecība	116.kv., 4.nog.	6E2Ma2B	88	Kp	3 K
5	SIA "Rīgas meži", Olaines mežniecība	118.kv., 1.nog.	6B2Ma2E	98	Kp	10 K 7 EK
6	SIA "Rīgas meži", Olaines mežniecība	117.kv., 8.nog.	9B1E	93	As	2 K
7	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Kokneses iecirknis	229.kv., 6.nog.	8P1B1E	75	Dm	1 K
8	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Ogres iecirknis	166.kv., 16.nog.	9P1E	62	Dm	5 K
9	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Ogres iecirknis	167.kv., 4.nog.	6P4E	59	Ln	4 K 1 C
10	Dienvīdķurķemes mežsaimniecība, Rendas iecirknis	238.kv., 20.nog. 238.kv., 24.nog.	8B1E1M 7P2B1E	49 41	As Ln	3 K 1 EK
11	Ziemeļķurķemes virsmežniecība; Vandzenes mežniecība, z/s "Vītoliņi"	2.kv., 5.nog.	9P1B+E	99	Dm	1 K
12	Zemķales mežsaimniecība, Tērvetes iecirknis, Uķru paķasts	121.kv., 11.nog.	8E1E1B	68	Ap	26 K 1 EK 1 EA 20 C
13	Madonas virsmežniecība, Cesvaines mežniecība, z/s "Āriņas"	2.kv., 1.nog.	2E2P 2P2E1B	75	Dm	5 K 1 EK

1.tabulas turpinājums. Ar *H.annosum* inficētā analizētā materiāla raksturojums.

Nr.	Mežniecība; Mežsaimniecība, iecirknis	Kvartāls, nogabals	Audzes sastāva formula	Audzes vecums	Meža tips	*Analizētais materiāls
14	Zemgales mežsaimniecība, Līvberzes iecirknis, 608.kv. apgabals	14.kv., 5.nog.	7E1Os1Me1Be + Oz Os	45	Ks	4 K
15	Dienvidkurzemes mežsaimniecība, Rendas 2. iecirknis	187.kv., 27.nog.	9P1B + E	90	Dm	1 K
16	Dienvidkurzemes mežsaimniecība, Rendas 2. iecirknis	190.kv., 29.nog.	6P2B2E	86	Lk	2 K
17	Madonas virsmežniecība; Cesvaines mežniecība; z/s "Cinīši"	1.kv., 1.nog.	10P+E	69	Dm	3 K 1 EK 2 A
18	Vandzenes mežniecība, īpašums "Mežitas"	2.kv., 6.nog	10E	85	Vr	16 A 2 C
19	Rietumvidzemes mežsaimniecība, 7.Vēru iecirknis	289.kv., 18.nog. 21.nog.	9E1B+P 10E	71 61	Vr	8 K 3 EK
20	Madonas virsmežniecība, Madonas mežniecība, z/s "Druķi"	1.kv., 8.nog.	6E4P	84	Dm	1 A 3 C
21	Austrumvidzemes mežsaimniecība, Silvas iecirknis	274.kv., 2.nog. 273.kv., 10.nog. 14.nog.	10E+B 10E+B 10E	55 48 38	Vr	23 A 1 C
22	Austrumvidzemes mežsaimniecība, Silvas iecirknis	401.kv., 11.nog. 402.kv., 4.nog., 5.nog.	10E+B 10E 10E	60 60 50	Dm	6 A
23	Ziemeļlatgales mežsaimniecība, 1.Madonas iecirknis	94.kv., 10.nog.	4E6B	139	Vr	6 K 3 EK
24	Madonas virsmežniecība; Cesvaines mežniecība; z/s "Muižkrieviņi"	4.kv., 6.nog.	10E	69	Dm	5 K

1. tabulas turpinājums Ar *H.annosum* inficētā analizētā materiāla raksturojums.

Nr.	Mežniecība; Mežsaimniecība, iecirknis	Kvartāls, nogabals	Audzes sastāva formula	Audzes vecums	Meža tips	*Analizētais materiāls
25	Ziemeļlatgales mežsaimniecība, Madonas iecirknis	100.kv., 18.nog.	7P3E	124	Dm	1 K
26	Ziemeļkurzemes virsmežniecība; Andumu mežniecība, īpašums "Slapas"	-	8E1B1A	121	Dm	4 K
27	Ziemeļkurzemes virsmežniecība; Tukuma mežniecība; īpašums „Putniņi”	3.kv., 3.nog.	10E	38	Dm	14 A
28	Ziemeļkurzemes virsmežniecība; Kandavas mežniecība	16.kv., 17.nog.	6P2E1Ap1B	110	Dm	1 A 1 C
29	Dienvidkurzemes mežsaimniecība, Rendas iecirknis	633.kv.	6E4P	100	Dms	1 C
30	Madonas virsmežniecība; Ziemeļlatgales mežniecība	244.kv., 12.nog.	10E	51	Ks	1 K 8 A 1 C
31	Madonas virsmežniecība; Ziemeļlatgales mežniecība	245.kv., 1.nog.	10E	49	Vr	1 K 3 A
32	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Ogres iec.	174.kv., 6.nog.	9E1B+Os+Ba		Vr	43 A
33	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Ogres iecirknis	162.kv., 13.nog.	8E 2O	44	Gr	2 K 10 A
34	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Ogres iecirknis	166.kv.	10E+B	59	Ap	4 A
35	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Ogres iecirknis	177.kv., 6.nog.	10E	34	Vr	1 K 16 A
36	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Ogres iecirknis	379.kv., 2.nog.	8E2B	51	Vr	6 A
37	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Skaistkalnes iecirknis	334.kv., 14.nog.	10E		Dms	46 A

1. tabulas turpinājums Ar *H.annosum* inficētā analizētā materiāla raksturojums.

Nr.	Mežniecība; Mežsaimniecība, iecirknis	Kvartāls, nogabals	Audzēs sastāva formula	Audzēs vecums	Meža tips	*Analizētais materiāls
38	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Skaistkalnes iecirknis	343.kv., 17.nog.	8E2B+A+Ba, B		Dms	1 A
39	Vidusdaugavas mežsaimniecība, Skaistkalnes iecirknis	351.kv., 17.nog.	8E2E+P		Vr	16 A
40	Ziemeļkurzemes mežsaimniecība; Vanemas iecirknis	349.kv., 6.nog., 7.nog.	8E2Oz 4E2Oz2Ba2B		Vr	3 A
41	Austrumvidzemes mežsaimniecība; Strenču iecirknis	113. kv., 1.nog.	8P2E	85	Dm	1 K
42	MPS "Kalsnava"	51.kv., 11.nog.	8E1P1B	49	Dm	9 K 6 A 2 C
43	MPS "Kalsnava"	62.kv., 17.nog.	9E1B	59	Dm	4 A
44	MPS "Kalsnava"	108.kv., 17.nog.	7E2P1B	66	Ap	1 K
45	MPS "Kalsnava"	137.kv., 4.nog.			Kp	2 K 2 EK 6 C
46	MPS "Kalsnava"	137.kv., 10.nog.	7E2B1P+Me	61	Kp	13 K 50 A 1 C
47	MPS "Kalsnava"	139.kv., 1.nog.	8E2B	61	Kp	13 K 5 EK 22 A 2 EA 31 C
48	MPS "Kalsnava"	139.kv., 2.nog.	7E 2B 1P	61	Dm	2 K 12 A 1 EA 11 C
49	MPS "Kalsnava"	139.kv., 8.nog.	5P2E3B	96	Dm	1 K 1 C
50	MPS "Kalsnava"	140.kv., 6.nog.	8P2E	44	Dm	1 EK 3 A 3 EA 15 C
51	MPS "Kalsnava"	152.kv., 4.nog.	7E1B2P	76	Ks	1 K

1.tabulas turpinājums Ar *H.annosum* inficētā analizētā materiāla raksturojums.

Nr.	Mežniecība; Mežsaimniecība, iecirknis	Kvartāls, nogabals	Audzes sastāva formula	Audzes vecums	Meža tips	*Analizētais materiāls
52	MPS"Kalsnava"	157.kv., 8.nog.	7P3E	86	Dm	2 K 2 A 1 EA 5 C
53	MPS"Kalsnava"	157.kv., 1.nog., 157.kv., 5.nog.	10E 8B2E	41	Kp	1 K 4 A
54	MPS"Kalsnava"	157.kv., 6.nog.	5P5E	131	Dm	3 A
55	MPS "Kalsnava"	160.kv., 10.nog.	7E2B1M	76	Kp	3 K 1 C
56	MPS"Kalsnava"	178.kv., 21.nog.	10E		As	7 K 29 A 1 C
57	MPS"Kalsnava"	178.kv., 23.nog.	8E1P1B	40	As	1 EK 6 A 1 EA 1 C
58	SIA Rīgas meži"; Tīreļu mežniecība	253.kv., 6.nog.	8E2B+P	60	Ap	1 A

*Analizētais materiāls: K - koks, EK – „ekoloģiskais” koks, A - atlieka, EA – „ekoloģiskā” atlieka, C - celms.

H.annosum augļķermeņu sastopamība uz koksnes tika noteikta vizuāli, t.i. -atsevišķi izdalot jaunus, baltus, aktīvi sporulējošos un vecos, iepriekšējos gados izveidojušos, brūnos augļķermeņus. Katrai atliekai, kokam un celmam noteikts kopējais jauno un veco augļķermeņu skaits, kā arī atsevišķu augļķermeņu laukums.

Augļķermeņu fiksācija notika piespiežot caurspīdīgu A4 plēvi pie augļķermeņa virsmas un apvelkot tā formu. Iegūtais sēnes augļķermeņa virsmai atbilstošais zīmējums vēlāk izmantots augļķermeņu virsmas laukuma vērtības iegūšanai un aprēķiniem.

Atlieku, koku un celmu caurmērs noteikts ar dastmēra palīdzību; koku caurmērs mērīts 1,3m augstumā no koka sakņu kakla.

Gadījumā, kad izgāztais koks vai celms atradās pārāk iespaidies zemē vai tādā pozīcijā, kur nebija iespējams piekļūt sēnes augļķermeņiem, attiecīgā koka vai celma daļa tika sazāģēta. Koki sazāģēti nogriežņos (1-3m gari), lai tos varētu apvelt, bet pusizgāztie celmi tika izlauzti no zemes (skat. 1. un 2. attēlu).



1.attēls. *H.annosum* augļķermeņu uzmērīšana uz sazāģēta koka nogriežņiem.



2.attēls. Pusizgāztu celmu izlaušana no zemes *H.annosum* augļķermeņu uzskaitēi uz celma saknēm.

Veicot lauku darbus, parauglaukumos nācās saskarties ar dažādām problēmām, kas neļāva pilnīgi visu apsekoto materiālu iekļaut aprēķinos, piemēram, daļai celmu nebija iespējams precīzi noteikt caurmēru, jo tie bija salauzti vai daļēji iesauguši zemē. Izgāztiem vai salauztiem celmiem dažkārt nevarēja precīzi izdalīt sānu virsmas, sakņu kakla, sakņu, kā arī virszemes sakņu robežas. Tāpat arī „ekoloģiskie” koki un „ekoloģiskās” atliekas vairumā gadījumu bija pārāk satrupējuši, lai noteiktu to vecumu un precīzi izmērītu diametru.

Laboratorijas apstākļos skaitliskā vērtība fiksētajiem sēnes auglķermeņu virsmas laukumu zīmējumiem tika iegūta, izmantojot PLANIX S10 „Marble” planimetru, kas paredzēts nesimetrisku formu laukumu mērīšanai plaknē. Izmantota Stream Area funkcija, kas paredzēta liektas formas laukumu noteikšanai. Mērvienības – cm^2 . Zīmju skaits aiz komata – 2.

Strādājot ar planimetru, tiek apvilktas auglķermeņa zīmējuma līnijas, uzsākot un beidzot kustību vienā un tajā pašā punktā, ko ierīce pati arī fiksē. Planimetra darbības princips balstās uz līnijas veikto distanci. Savienojot abus punktus, ierīce automātiski aprēķina apvilktās plaknes formas laukumu (skat. 3. attēlu).



3.attēls. *H.annosum* auglķermeņu virsmas laukuma vērtību iegūšana, izmantojot planimetru.

Kā jau atzīmēts, lai noteiktu sakņu piepes augļķermeņu sastopamību uz trupējušas egles koksnes, tika novērtēta:

1) Augļķermeņu sastopamība uz ciršanas atliekām;

Kopā aprēķiniem izmantotas 370 ciršanas atliekas (skat. 4. attēlu).



4.attēls. Ciršanas atliekas ar *H.annosum* augļķermeņiem.

Katrai atliekai noteikts vidējais caurmērs un garums (atlieku vecums 2-6 gadi). Analīzē neiekļautas atliekas ar *H.annosum* augļķermeņiem, kuras bija daļēji salauztas, zemē ieaugušas, kā arī pārāk satrupējušas un tām nebija iespējams noteikt caurmēru (≈ 5 gab). Loti stipri satrupējušās atliekas definētas kā „ekoloģiskās atliekas” – pārsvarā ar biezu sūnu kārtu apaugušas mežizstrādes atliekas, kuras atradušās zemē vairāk kā 10 gadus un mežizstrādes veikšanas laiks nav zināms. Šādu atlieku skaits – 15.

2) Augļķermeņu sastopamība uz celmiem;

Kopā aprēķinos iekļauti 103 celmi, uz kuru virsmas atrasti sēnes augļķermeņi. Lielākā daļa izgāzto celmu bija ≈ 5 gadus veci (2005.gada vētrā izgāztas egles), taču analīzē ir iekļauti arī dati par $\approx 8-10$ gadus veciem celmiem (galvenokārt neizlauzti celmi). Vienā no apsekotajiem objektiem uz bijušās palieņu pļavas (Tērvetes iecirknis, 121.kv., 11.nog.) celmi bija ļoti stipri satrupējuši un tie bija vecāki par 15 gadiem. Atsevišķi tika salīdzināta

augļķermeņu sastopamība uz izgāztiem kokiem (4 gab.), kuru stumbrs bija nozāģēts apmēram 2m attālumā no celma.

Empīriskais materiāls sadalīts 2 grupās:

- celmi, kas atrodas ar saknēm zemē un augļķermeņi atrasti tikai uz celma sānu virsmas, virszemes saknēm, vai retos gadījumos – uz celma zāģējuma virsmas (skat. 5. un 6. attēlu);



5.attēls. Celms, uz kura sānu virsmas konstatēti *H.annosum* augļķermeņi (celma saknes nav izlauztas vai izcilātas).



6.attēls. *H.annosum* augļķermeņi uz neizlauzta celma virszemes saknēm.

- pusizgāzti vai pilnībā ar saknēm izgāzti celmi, kur augļķermeņi atrasti gan uz saknēm, gan uz celma virsmas (skat. 7. attēlu).



7.attēls. Ar *H.annosum* inficēts, daļēji izgāzts celms.

Neskatoties uz literatūras datiem par *H.annosum* bioloģiju (Korhonen and Stenlid, 1998), ka sēnes augļķermeņus ir salīdzinoši viegli atdalīt no koksnes substrāta, mūsu darba gaitā ir pierādījies, ka uz daļēji izgāztu celmu saknēm to laužuma vietās sēnes augļķermenis ir tik ļoti ieaudzis koksne, ka atdalīt to no substrāta ir praktiski neiespējami. Gadījumā, kad koksnes substrāts ir ļoti mitrs, augļķermeņa un koksnes saaugšana ir vēl izteiktāka (skat. 8. attēlu).



8.attēls. *H.annosum* augļķermeņi uz izgāzta celma saknēm.

3) Augļķermeņu sastopamība uz izgāztiem kokiem;

Pētot *H.annosum* attīstību uz kokiem, apsekotas ar saknēm izgāztas egles, uz kuru stumbra vai saknēm konstatēti sēnes augļķermeņi (skat. 9. attēlu).



9. attēls. Ar *H.annosum* inficēta ar saknēm izgāzta egle.

Aprēķiniem izmantoti 164 koki. Analīzē neiekļauti koki, kas izgāzti zemē atradušies vairāk kā 10 gadus un to koksne bija stipri satrupējusi.

No analizētajiem 164 kokiem:

- 70 kokiem *H.annosum* augļķermeņi tika atrasti tikai uz koku stumbra;
- 69 kokiem augļķermeņi atrasti uz stumbra un saknēm;
- 25 kokiem augļķermeņi atrasti tikai uz saknēm.

Uzskata, ka *H.annosum* augļķermeņi uz izgāztiem kokiem parasti veidojas kontakta vietā ar augsni (K.Korhonen – viedokļu apmaiņa). Arī mūsu iegūtie dati liecina, ka, *H.annosum* augļķermeņi vislabāk veidojas saskares vietā ar augsni. Ja izgāztā koka stumbrs ir pārāk iespiests zemē, tad zem tā augļķermeņi parasti neveidojas - šādā gadījumā tie atrodami zonā pie augsnes robežas un iespējams novērot augļķermeņu veidotu līniju (skat. 10. attēlu).



10.attēls. *H.annosum* augļķermeņu veidota robežlīnija uz koka stumbra.

Tomēr daudzos gadījumos tika konstatēts, ka augļķermeņi uz izgāzto koku stumbriem veidojas 20-40cm un pat 107cm augstumā virs zemes (skat. 11. un 12. attēlu).



11. attēls. *H.annosum* augļķermeņi uz izgāztas egles 30 cm augstumā no zemes.



12.attēls. Izgāzta egle 107 cm augstumā virs zemes, uz kuras stumbra atrasti *H.annosum* augļķermeņi.

Precīzu kontaktu ar zemi nolauztajiem uz izgāztajiem kokiem bieži apgrūtināja noteikt reljefa nelīdzenumi. Dažkārt koka stumbra daļa pie celma bija virs zemes, vidējā daļa iespiedusies zemē, bet galotnes daļa atkal virs zemes. Tāpēc visiem kokiem saskare ar zemi tika fiksēta 1,3 m attālumā no sakņu kakla.

Apmēram 6% (10 koki) gadījumu koki bija laužti 50-220cm augstumā no celma, bet celms bija palicis stāvošs zemē. Šiem kokiem tādējādi *H.annosum* augļķermeņi bija sastopami tikai uz stumbra (skat. 13. attēlu).



13.attēls. Nolauzts koks \approx 2m augstumā.

Tāpat arī 4% gadījumu (6 koki) tika atrasti slīpi izgāzti, citos kokos ieķērušies koki ar izcilātām saknēm.

2,4% gadījumu augļķermeņi fiksēti arī uz 4 nokaltušiem, bet neizgāztiem kokiem - uz 2 kokiem augļķermeņi atrasti tikai uz koka stumbra un uz 2 kokiem - uz koka virszemes saknēm.

Sēne aug koksnes substrātā kā saprotrofisks organisms mirušos kokos, bet kā nekrotrofs - dzīvos, tomēr *H.annosum* augļķermeņi uz dzīvas, augošas egles tika atrasti tikai vienam kokam stumbra padziļinājumā pie sakņu kakla (Madlienas iecirknis, 493.kv., 20.nog.).

Pārsvārā analizētie koki bija izgāzti 2005.gada janvāra vētras laikā.

4) Augļķermeņu sastopamība uz stipri trupējušiem kokiem – „ekoloģiskajiem” kokiem;
H.annosum augļķermeņi konstatēti arī vairāk kā 10 gadus zemē guļošiem kokiem, kuru koksne ir ļoti stipri satrupējusi (skat. 14. un 15. attēlu).



14.attēls. Satrupējis „ekoloģiskais” koks.



15.attēls. Ļoti stipri satrupējusi koksne, uz kuras atrasti *H.annosum* augļķermeņi.

Šie koki izdalīti kā „ekoloģiskie” koki un apsekotajos parauglaukumos atrasti 32 šādi koki. Kokiem netika noteikts vidējais caurmērs un atsevišķi netika izdalīta augļķermeņu atrašanās vieta uz stumbra vai saknēm.

2.2.Rezultāti

2.2.1.Ciršanas atliekas

Atlieku dimensijas, uz kurām fiksēti *H.annosum* augļķermeņi, variēja plašā amplitūdā: diametrs no 8-69cm; garums no 11-510cm (vidējais atliekas garums bija 140cm, diametrs - 21cm). Tādējādi arī to aprēķinātais tilpums svārstījās plašās robežās (skat. 2. tabulu).

2.tabula. Ciršanu atlieku raksturojums (N=370).

Parametri	Atliekas garums (cm)	Atliekas diametrs (cm)	Atliekas tilpums (cm ³)
Vidējā vērtība	140,35 ± 5,42	21,26 ± 0,45	54779,76 ± 3271,63
Min vērtība	11,00	8,00	737,69
Max vērtība	510,50	69,00	433482,06

Uz katras atliekas fiksēti gan jaunie - aktīvi sporulējošie augļķermeņi, gan vecie - iepriekšējos gados producētie *H.annosum* augļķermeņi. Sēnes veidotais augļķermeņu virsmas laukums jaunajiem un vecajiem augļķermeņiem vidēji sastāda 204cm², bet aktīvi sporulējošā virsma sastāda vidēji 131cm² (skat. 3. tabulu).

3.tabula.

Jauno un kopējo augļķermeņu virsmas laukuma raksturojums uz ciršanas atliekām (cm²).

Parametri	Jaunie augļķermeņi	Visi augļķermeņi
Vidējā vērtība	131,19 ± 13,42	204,57 ± 21,00
Min vērtība	0,17	0,17
Max vērtība	1976,48	2802,41
Atlieku skaits	368	370

Vismazākais kopējais uz 1 atliekas veidotais jauno augļķermeņu laukums = 0,17cm². Vislielākais uz atliekas veidotais jauno augļķermeņu virsmas laukums sastāda 1976cm² un tas fiksēts uz 300cm gara baļķa (diametrs 28cm) As meža tipā. Tomēr jāatzīmē, ka augļķermeņi tika konstatēti pat uz atliekas, kuras caurmērs bija 8cm.

Lai novērtētu meža tipu ietekmi uz *H.annosum* augļķermeņu attīstību, materiāls sadalīts 4 meža tipu grupās:

1. Sausieņu meža tipi - Dm, Vr, Gr;
2. Āreņu tipi nosusinātajās minerālaugsnēs - As, Ap;
3. Mežu tipi slapjajās minerālaugsnēs - slapjais damaksnis - Dms;
4. Kūdreņu tipi nosusinātajās kūdras augsnēs - Ks, Kp.

Ņemot vērā, ka ciršanas atlieku dimensijas svārstījās ļoti plašā amplitūdā, tad augļķermeņu veidotais virsmas laukums analizētajās meža tipu grupās tika izteikts uz 1m³ koksnes.

Attiecīgi noskaidrots, ka vidējā kopējā augļķermeņu laukuma attiecība uz kubikmetru koksnes = Dm+Vr+Gr : As+Ap : Dms : Ks+Kp = 6 : 5 : 1 : 8. Lielākais vidējais augļķermeņu virsmas laukums uz ciršanas atliekām veidojās kūdreņa tipos un sausieņu meža tipos - Dm, Vr, Gr, savukārt mazākais - slapjajā damaksnī (skat. 4. tabulu).

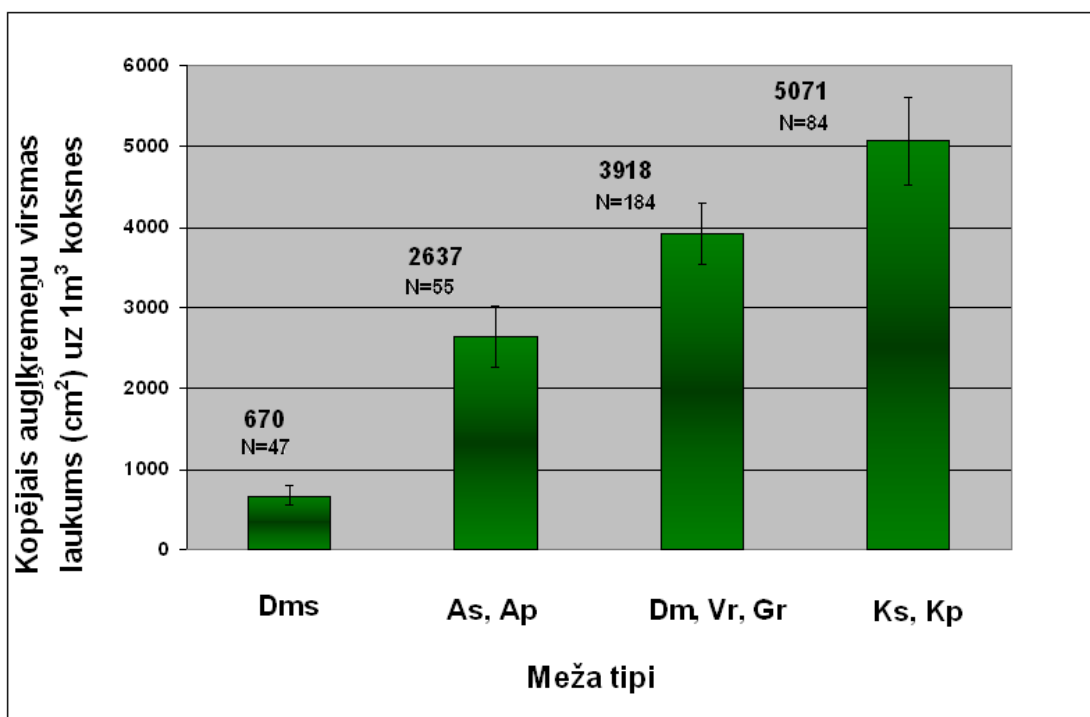
4.tabula.
Ciršanas atliekas atšķirīgos meža tipos - jauno un kopējo augļķermeņu virsmas laukums uz 1m³ koksnes.

Parametri	Dm, Vr, Gr		As, Ap		Dms		Ks, Kp	
	Jaunie augļķ. (N*=184)	Visi augļķ. (N=184)	Jaunie augļķ. (N=55)	Visi augļķ. (N=55)	Jaunie augļķ. (N=47)	Visi augļķ. (N=47)	Jaunie augļķ. (N=84)	Visi augļķ. (N=84)
Vidējā vērtība	2592,37 ± 244,50	3918,39 ± 366,52	1526,80 ± 243,37	3637,48 ± 374,98	589,53 ± 113,08	669,55 ± 117,93	3262,21 ± 366,67	5017,16 ± 540,67
Min vērtība	31,83	31,83	25,15	31,16	16,03	16,03	13,25	33,33
Max vērtība	17306,01	26807,07	10699,54	12277,78	4054,98	4054,98	13574,86	22062,43

* N = ciršanas atlieku skaits

H.annosum vislabvēlīgāk attīstās mitros un ēnainos apstākļos un sēnes izteiktā izplatīšanās eitrofās kūdrās augsnēs skaidrojama ar optimālu organisko vielu klātbūtni augsnē, augstu pH līmeni, labu augsnes aerāciju un bagātīgu veģetāciju. Tādējādi ir iespējams skaidrot *H.annosum* lēno attīstību slapjajā damaksnī Dms, kur raksturīga augsnes pārpuvošanās; koki aug lēni – audzes ir mazražīgas; augsne netiek pietiekamā daudzumā apgādāta ar skābekli. Kūdreņiem savukārt raksturīga tieši auglīga augsne, bagātīga zemsedze un vidēji biezs pamežs ar lielu sugu skaitu (Bušs, 1981).

Nosusinot slapjo damaksni, veidojas āreņu tipi susinātās, vidēji bagātās minerālaugsnēs, kur strauji palielinās koksnes pieaugums un, kā liecina dati, palielinās arī *H.annosum* augļķermeņu attīstība (skat. 16 attēlu).



16. attēls. Kopējais *H.annosum* augļķermeņu laukums (cm²) uz mežizstrādes atlieku 1m³ dažādos meža tipos.

Labvēlīgā sēnes attīstība Dm, Vr un egļu Gr sausieņu tipos skaidrojama ar labi attīstītu pamežu un veģetāciju, kas nodrošina sēnes attīstībai labvēlīgus apstākļus (apēnojums un mitrums). Iegūtie dati liecina, ka analizētajos meža tipos uz 1 m³ koksnes 3-6 gadu laikā vidēji izveidojas 3074cm² sēnes augļķermeņu.

„Ekoloģiskajām” atliekām (N=15) vidējais jauno augļķermeņu kopējais laukums sastāda 179cm², bet vidējais jauno un veco augļķermeņu kopējais laukums - 386cm². Šīm atliekām aprēķinos netika izmantoti precīzi dati par atlieku dimensijām (aptuvenais vidējais nogriežņu garums 206cm, diametrs - 25cm) un netika rēķināts augļķermeņu laukums uz kubikmetru koksnes, jo, kā jau minēts, koksne bija ļoti stipri satrupējusi.

8 „ekoloģiskās” atliekas konstatētas nosusinātajos As un Ap meža tipos, 5 - damakšņa tipā un 2 - platlapju kūdreņa meža tipā.

Jāatzīmē, ka arī uz ļoti satrupējušām atliekām var izveidoties ievērojams augļķermeņu daudzums, tā piemēram, Ap meža tipā (Tērvetes iecirknis, 121.kv., 11.nog.) atrasta 123cm

gara atlieka (caurmērs 20,5cm), uz kuras virsmas kopējais *H.annosum* augļķermeņu laukums sastādīja 1284,16cm² lielu virsmu.

2.2.2.Celmi

Kopējais jauno un veco augļķermeņu virsmas vidējais laukums, kas veidojas uz izgāztiem celmiem, bija 383cm², bet uz celmiem ar neizlauztām saknēm - 151cm². Tādējādi uz izgāztiem celmiem veidojas vidēji 3 reizes vairāk augļķermeņu, nekā uz celmiem ar neizlauztām saknēm (skat. 5. tabulu).

5.tabula. Kopējais augļķermeņu virsmas laukums uz analizētajiem celmiem (cm²).

Parametri	Visi celmi (N=103)	Neizlauzti celmi (N=50)	Izgāzti celmi (N=53)
Vidējā vērtība	270,20 ± 32,90	150,94 ± 20,06	382,72 ± 57,15
Min vērtība	1,86	1,86	15,49
Max vērtība	1990,72	642,91	1990,72

* N = celmu skaits

Neizdalot izgāztus un neizlauztus celmus, un, lai noskaidrotu, kurš meža tips ir labvēlīgāks sēnes attīstībai, materiāls iedalīts 3 meža tipu grupās:

1. Sausieņu meža tipi - Ln, Dm, Vr;
2. Āreņu tipi nosusinātajās minerālaugsnēs - As, Ap;
3. Kūdreņu tipi nosusinātajās kūdras augsnēs - Ks, Kp.

Lai novērtētu augļķermeņu virsmas laukuma atkarību no celma diametra, materiāls tika iedalīts 3 diametra klasēs:

1. celmi ar diametru ≤ 20cm;
2. celmi ar diametru 20-30cm;
3. celmi ar diametru ≥ 30cm.

Ks, Kp tipu grupā ir fiksēts tikai 1 celms ar diametru mazāku par 20cm, tāpēc tas aprēķinos netika iekļauts.

Secināts, ka kopējais sēnes augļķermeņu laukums pieaug, palielinoties celma diametram visās meža tipu grupās (skat. 6. tabulu).

Kopējais auglķermeņu virsmas laukums (cm²) dažādās meža tipu un diametru grupās.

Parametri	Ln, Dm, Vr			As, Ap			Ks, Kp	
	Ø<20cm (N=3)	Ø=20-30 cm (N=16)	Ø>30cm (N=22)	Ø<20cm (N=4)	Ø=20-30 cm (N=11)	Ø>30cm (N=10)	Ø=20-30 cm (N=14)	Ø>30cm (N=25)
Vidējā vērtība	82,37 ± 37,34	177,37 ± 48,94	409,28 ± 90,92	31,15 ± 10,31	228,48 ± 56,02	252,02 ± 36,15	220,13 ± 82,22	307,74 ± 85,07
Min vērtība	16,11	1,86	28,44	10,55	32,37	74,81	15,49	8,45
Max vērtība	145,34	714,95	1799,89	58,03	642,91	429,78	1091,54	1990,72

* N = celmu skaits

Tas skaidrojams ar to, ka liela caurmēra celma koksne ilgāk saglabā mitrumu un celms neizzūst, kas pazeminātu sēnes attīstības iespēju.

Salīdzinot nosusinātos meža tipus, secināts, ka kopējais auglķermeņu virsmas laukums kūdras augsnēs ir lielāks kā minerālaugsnēs, lai arī literatūrā tiek norādīts, ka visintensīvāk *H.annosum* izplatās tieši minerālaugsnēs (Bodles et.al., 2004). Iespējams tas skaidrojams ar bagātīgo veģetāciju analizētajos parauglaukumos un augsto pH līmeni, kas veicināja optimālus sēnes augšanas apstākļus. Citos literatūras avotos norādīts, ka kūdras augsnē, lai arī attīstība ir sākotnēji intensīva, *H.annosum* ilgspējīga augšana parasti nav raksturīga (Redfern 1997).

Savukārt, salīdzinot susinātas un nesusinātas minerālaugšnes, lielāks auglķermeņu laukums konstatēts susinātajās minerālaugsnēs, kur ir vairāk barības vielu un labāk attīstīts pamežs. Kopējais jauno un veco auglķermeņu laukums Ln, Dm, Vr meža tipos uz celmiem Ø>30cm sastāda 409cm², bet nosusinātajos meža tipos As un Ap - 252cm².

Jāatzīmē, ka uz celmu sānu virsmas sausieņu meža tipos auglķermeņi pārsvarā konstatēti vietās, kur ap celmiem ir labi attīstīta veģetācija. Izņēmums ir jau minētais objekts uz bijušās palieņu pļavas, kur stipri trupējušos celmus klāj sūnas. Samērā daudz auglķermeņu uz celmu sānu virsmas konstatēti platlapju kūdrenī, taču arī šajā gadījumā auglķermeņu attīstību ietekmēja veģetācija.

Kā īpaša celmu kategorija tika izdalīti ar saknēm izgāzti koki, kam stumbrs bija nozāģēts apmēram 2m augstumā virs celma (skat. 17. attēlu).



*Heterobasidion
annosum*
augļķermeņi

17.attēls. Izgāzts koks ar 1,9m augstumā nozāģētu stumbra daļu - uz atlikušās stumbra daļas konstatēts liels *H.annosum* augļķermeņu daudzums.

Apsekojot parauglaukumus, tika fiksēti 4 šādi ar *H.annosum* inficēti celmi, uz kuru virsmas bija liels skaits sēnes augļķermeņu. Uz attēlā redzamā celma (pie sakņu kakla $\varnothing = 64\text{cm}$, atlikušā stumbra garums = 190cm) kopējais *H.annosum* augļķermeņu virsmas laukums sastāda 3153cm^2 lielu virsmu un lielākā daļa augļķermeņu atradās tieši uz stumbra daļas (kopējais augļķermeņu laukums uz stumbra daļas - 2874 cm^2 , uz saknēm - 278 cm^2 , t.i. – uz stumbra daļas veidojas 10 reizes vairāk augļķermeņu).

2.2.3. Trupējuši koki

Viens sēnes augļķermeņa laukums svārstījās ļoti plašā amplitūdā - mazākais fiksētais augļķermenis bija $0,01\text{cm}^2$, savukārt lielākais atrastais augļķermenis - $1784,36\text{cm}^2$ (vidējais 1 augļķermeņa lielums $\approx 16\text{cm}^2$). Vidēji uz 1 izgāzta koka konstatēta 848cm^2 liela *H.annosum* kopējā augļķermeņu virsma, bet jauno - aktīvi sporulējošo augļķermeņu virsma - 617cm^2 (skat. 7. tabulu).

7. tabula.

Jauno un kopējo augļķermeņu virsmas laukums (cm^2) uz analizētajiem, trupējušajiem kokiem (N=164).

Parametri	Jaunie augļķermeņi	Visi augļķermeņi
Vidējā vērtība	$616,75 \pm 52,74$	$847,78 \pm 70,83$
Min vērtība	6,67	6,67
Max vērtība	3860,80	5116,66

Literatūrā tiek norādīts, ka sakņu piepe visaktīvāk attīstās uz izgāztu koku un celmu saknēm (Korhonen and Stenlid, 1998), tomēr Latvijā ir atrasts ļoti liels izgāztu koku skaits, kur *H.annosum* augļķermeņi pārsvarā atrasti tieši uz koka stumbra daļas. Tāpēc atsevišķi tika izdalīti koki ar dažādām augļķermeņu lokalizācijas vietām.

Vislielākais kopējais *H.annosum* augļķermeņu laukums no analizētajiem kokiem fiksēts uz izgāztiem kokiem, kam augļķermeņi atrasti uz stumbra un saknēm vai tikai uz stumbra, t.i. – 69 kokiem, kam augļķermeņi atrasti uz stumbra un saknēm, kopējais laukums sastāda 82473cm^2 , bet 70 kokiem ar augļķermeņiem tikai uz stumbra - 72813cm^2 .

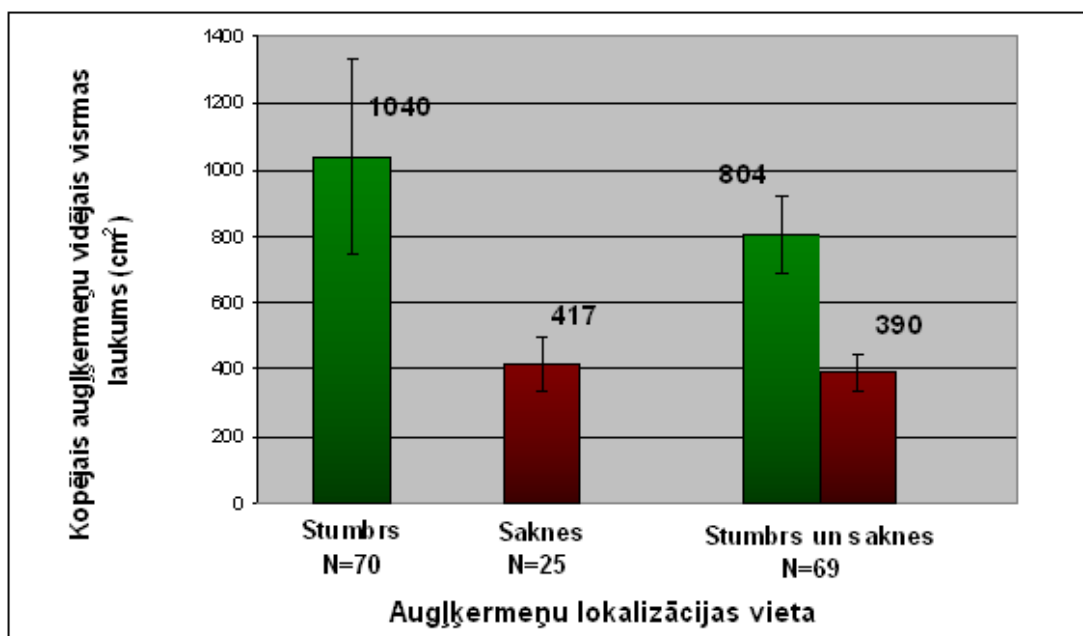
Salīdzinot jauno un veco augļķermeņu vidējo virsmas laukumu uz izgāzto koku stumbra un saknēm, secināts, ka kokiem, kam augļķermeņi ir tikai uz stumbra, kopējais augļķermeņu laukums sastāda 1040cm^2 , bet kokiem, kuriem augļķermeņi izveidojušies tikai uz saknēm - 417cm^2 , t.i. - uz stumbra veidojas 2,5 reizes vairāk *H.annosum* augļķermeņu. (skat. 8.tabulu).

8.tabula. Augļķermeņu virsmas laukums (cm²) uz izgāztiem kociem.

Parametri	Augļķermeņi tikai uz stumbra		Augļķermeņi tikai uz saknēm		Augļķermeņi uz stumbra un saknēm			
	Jaunie augļķ. (N=70)	Visi augļķ. (N=70)	Jaunie augļķ. (N=25)	Visi augļķ. (N=25)	Jaunie augļķ. (N=69)	Visi augļķ. (N=69)	Jaunie augļķ. (N=66)	Visi augļķ. (N=69)
Vidējā vērtība	510,40 ± 73,58	1040,19 ± 291,19	305,87 ± 71,70	416,69 ± 81,18	582,29 ± 79,01	804,32 ± 115,32	266,16 ± 37,68	390,95 ± 53,61
Min vērtība	6,67	6,67	9,38	20,10	1,59	1,59	6,83	6,83
Max vērtība	3240,71	15033,39	1268,57	1494,43	3075,86	4625,80	1377,64	2463,33

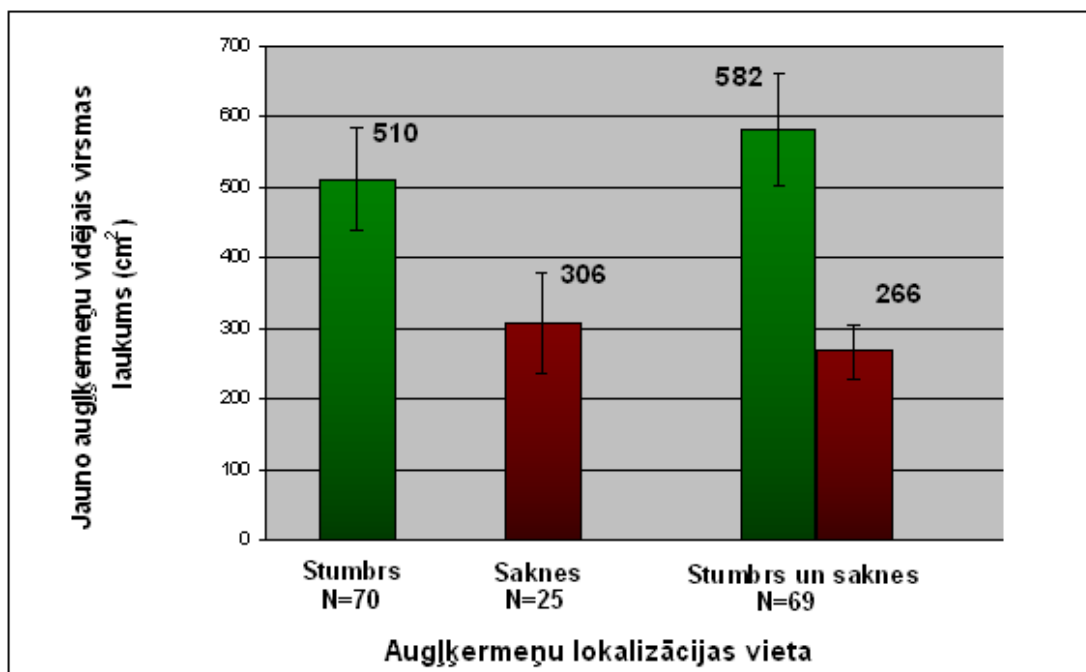
* N = koku skaits

Tas nozīmē, ka kopējais vidējais *H.annosum* augļķermeņu virsmas laukums uz koku stumbra daļas gandrīz 3 reizes pārsniedz sēnes laukumu uz saknēm. Kociem, kam augļķermeņi atrasti gan uz stumbra, gan saknēm, sēnes augļķermeņu veidotais laukums uz stumbra tāpat vairāk kā 2 reizes pārsniedz laukumu uz saknēm: 804 cm² liels laukums veidojas uz koka stumbra, bet 390 cm² - uz saknēm (skat. 18. attēlu).



18.attēls. Jauno un veco *H.annosum* augļķermeņu vidējais virsmas laukums uz izgāztiem kociem.

Analizējot tikai jaunus, aktīvi sporulējošus augļķermeņus, secināts, ka to kopējais laukums uz eglēm, kurām augļķermeņi konstatēti tikai uz stumbra, ir vidēji 510cm², bet uz kokiem, kam augļķermeņi atrasti tikai uz saknēm - 306cm², kas ir aptuveni 1,6 reizes mazāks. Salīdzinot sēnes himenofora laukumu kokiem, kam fiksēti augļķermeņi reizē uz stumbra un saknēm, arī šajā gadījumā uz saknēm laukums ir 2,2 reizes mazāks - uz stumbra vidēji veidojās 582cm², bet uz saknēm - 266cm² liels, aktīvi sporulējošs sēnes augļķermeņu laukums (skat. 19. attēlu).



19.attēls. Jauno *H.annosum* augļķermeņu vidējais laukums uz analizētajiem kokiem.

No 164 trupējušām eglēm, uz kurām konstatēti *H.annosum* augļķermeņi, 139 kokiem (85%) augļķermeņi bija sastopami uz stumbra un saknēm, vai arī tikai uz stumbra; vidēji augļķermeņu laukums uz 1 šāda koka veido $\approx 800\text{cm}^2$.

Kā jau minēts uz izgāztiem celmiem konstatēta vidēji 383cm² liela sēnes bazīdijsporu veidojošā augļķermeņu virsma, bet uz 1m³ mežā atstātu lielu dimensiju ciršanas atlieku koksnes līdzīgā laika posmā izveidojušos augļķermeņu laukums dažādos meža tipos vidēji sastāda 3074cm².

Tādējādi jāsecina, ka atšķirībā no literatūrā minētajiem datiem, Latvijas apstākļos galvenais *H.annosum* sporu avots egļu audzēs ir izgāzto koku stumbra daļa un ciršanas atliekas.

Aprakstītajā empīriskajā materiālā pie ciršanas atliekām iekļauti arī ≈ 3 m gari mežā atstāti trupējuši baļķi, uz kuriem konstatēta liela daļa no atrastajiem augļķermeņiem.

Zinātnisko mežu Kalsnavas mežu novadā (139.kv., 1.nog.) tika atrasta izgāzta egle (eglei bija nozāģēts celms un tā bija sagarumota 3m garos baļķos), uz kuras stumbra atrasto augļķermeņu kopējais virsmas laukums bija $\approx 0,5\text{m}^2$. Arī šajā gadījumā vairums augļķermeņu konstatēti uz stumbra daļas – $3890,92\text{cm}^2$, bet uz saknēm – $1225,74\text{cm}^2$ (skat. 20. attēlu).



20.attēls. Ar *H.annosum* inficēta izgāzta egle - kopējais augļķermeņu virsmas laukums uz stumbra un saknēm $\approx 0,5\text{m}^2$.

Uz diviem no analizētajiem trupējušajiem, neizgāztajiem kokiem augļķermeņi konstatēti arī uz stumbra, turklāt pat 90cm augstumā (skat. 21. attēlu).



21. attēls. *H.annosum* augļķermeņi 90cm augstumā uz stāvošas, nokaltušas egles stumbra Kp meža tipā.

Literatūrā tiek norādīts, ka uz ciršanas atliekām *H.annosum* augļķermeņi visintensīvāk veidojas 3.,4. gadā, kamēr koka atliekai vēl ir saglabājusies miza (Müller et.al., 2007). Mūsu iegūtie dati liecina, ka gadījumos, kad izgāzto koku miza ir sadalījusies vai nolobījusies, *H.annosum* augļķermeņi ļoti intensīvi veidojas arī uz egles koksnes bez mizas (skat. 22. attēlu).



22.attēls. *H.annosum* augļķermeņi uz trupējušas egles stumbra.

2.2.4.,,Ekoloģiskie” koki

Vidēji uz 1 „ekoloģiskā” koka konstatēta 543cm² liela jauno, aktīvi sporulējošo augļķermeņu virsma, bet kopējā augļķermeņu virsma vidēji sastāda 1100cm² (skat. 9. tabulu).

9.tabula.

Augļķermeņu virsmas laukums (cm²) uz analizētajiem „ekoloģiskajiem” kokiem (N=32).

Parametri	Jaunie augļķermeņi	Visi augļķermeņi
Vidējā vērtība	542,75 ± 96,04	1099,83 ± 205,47
Min vērtība	42,16	42,16
Max vērtība	1933,95	5105,19

Lai salīdzinātu *H.annosum* izplatību Latvijas mežos, apsektie „ekoloģiskie” koki tika sadalīti meža tipu grupās kā viss pārējais analizētais materiāls. Noskaidrojās, ka vidēji visvairāk augļķermeņu veidojās tieši parauglaukumos uz minerālaugsnēm, nevis kūdreņa meža tipos, kā tas bija raksturīgs iepriekš aprakstītajam materiālam. Dm+Vr un As+Ap tipos vidējais jauno un veco augļķermeņu kopējais laukums veido attiecīgi 1498cm² un 1484cm² lielu virsmu, savukārt kūdreņu tipos tikai 601 cm² (skat. 10. tabulu).

10.tabula.

Augļķermeņu virsmas laukums (cm²) uz ekoloģiskajiem kokiem meža tipu grupās.

Parametri	Dm, Vr		As, Ap		Ks, Kp	
	Jaunie augļķ. (N=9)	Visi augļķ. (N=9)	Jaunie augļķ. (N=9)	Visi augļķ. (N=9)	Jaunie augļķ. (N=13)	Visi augļķ. (N=13)
Vidējā vērtība	871,66 ± 238,50	1498,06 ± 361,42	579,92 ± 180,52	1484,12 ± 560,44	292,05± 76,10	601,52 ± 147,31
Min vērtība	145,31	205,82	89,22	132,15	42,16	42,16
Max vērtība	1933,95	2938,69	1458,05	5105,19	953,79	1683,44

* N = koku skaits

Iespējams tas skaidrojams ar iepriekš pieminēto faktu, ka kūdras augsnēs *H.annosum* attīstās strauji, bet ilgstoša augšana parasti nav novērojama. Tāpat arī kūdras augsnēs ir labvēlīgāki apstākļi (mitrums, veģetācija) koksnes straujākai noārdīšanai.

Vislielākais sēnes jauno un veco auglķermeņu kopējais laukums uz 1 stipri trupējuša koka sastādīja 5105,19 cm² un tika atrasts Ap meža tipā.

Jauno auglķermeņu vidējās laukuma virsmas attiecības uz „ekoloģiskajiem” kokiem -

$$Dm+Vr : As+Ap : Ks+Kp = 3 : 2 : 1$$

Jauno un veco auglķermeņu vidējās laukuma virsmas attiecības uz „ekoloģiskajiem” kokiem -

$$Dm+Vr : As+Ap : Ks+Kp = 2 : 2 : 1$$

Lai gan ļoti stipri sadalījusies koksne ir vērtīga no bioloģiskās daudzveidības aspekta, mūsu iegūtie dati ļauj secināt, ka, domājot par meža veselības paaugstināšanu, nav pieļaujama pat ļoti stipri satrupējušas, ar *H.annosum* inficētas koksnes atstāšana zemē.

3. *H.annosum* attīstības dinamika

Lai spētu pilnīgāk novērtēt *H.annosum* attīstību uz mežā atstātas koksnes, Zinātnisko mežu Kalsnavas mežu novadā 139.kvartālā, 1.nogabalā (5,4 ha, Kp) tika apsekoti 190 mežā atstāti trupējuši koki, kas sazāģēti atsevišķos baļķos un izklaidus atstāti mežā vai arī sakrauti kaudzēs (skat. 23. attēlu).



23.attēls. Trupējis, sazāģēts koks *H.annosum* auglķermeņu attīstības dinamikas novērtēšanai.

Trupējušie koki tika kartēti; koki tika fiksēti ar numurētiem mietiņiem. Atzīmēti tie koki, kur uz sazāgētajiem baļķiem vai kaudzēm konstatēti *H.annosum* augļķermeņi.

Katru gadu tika izvēlēti 20-30 koki (materiāls izvēlēts tā, lai ar *H.annosum* inficētie koki būtu vienmērīgi izvietoti visā analizētajā teritorijā un tādējādi tiktu samazināta bioģocenozes heterogenitātes ietekme uz eksperimenta rezultātiem). Izvēlētajiem kokiem tika izmērīti sēnes veidotie gan jaunie, gan vecie augļķermeņi. Pirmie mērījumi veikti 2008.gadā, atkārtotie mērījumi - 2009.gadā, kad tika pārņemti iepriekš izvēlētie, sazāgētie koki, noskaidrojot no jauna izveidojušos augļķermeņu kopējos laukumus, kā arī jaunās, vēl neaiztiktās koku atliekas. Pārējais materiāls atstāts, lai analizētu sēnes attīstību 2010. - 2012.gadā. Katrā baļķu kaudzē bija savādāks inficēto atlieku skaits, jo sēnes attīstības vide kokmateriālu krāvumos nekad nav identiska un tās augšanas apstākļi ir pakārtoti tādiem ārējās vides apstākļiem kā baļķa saskare ar zemi, mituma daudzums koksne, apēnojums, utt. Līdz šim uzņēmēto mežizstrādes atlieku skaits – 82.

Sēnes augļķermeņu attīstības dinamikas pētījumi ļaus dziļāk izprast *H.annosum* bioloģiju un novērtēt inficēšanās riskus skujkoku mežos.

Iegūtie dati par *H.annosum* augļķermeņu attīstību, ļauj secināt, ka nav pieļaujama ar *H.annosum* inficētas trupējušas koksnes (ciršanas atliekas, izgāzti koki un celmi) atstāšana mežā. Īpaši svarīgi ir izvākt no meža izgāztus trupējušus kokus, kā arī izlauztus celmus, jo pēc analizētajiem datiem uz izgāztu egļu stumbriem un daļēji izlauztiem celmiem *H.annosum* augļķermeņi veido vislielāko virsmas laukumu. Turpmākajā darbā tiks novērtēta *H.annosum* augļķermeņu attīstības dinamika dažādos meža tipos, lai noskaidrotu, sēnes izplatību ietekmējošos faktoros.

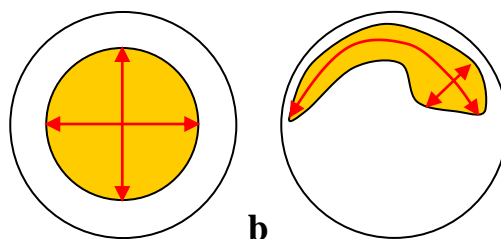
4. Trupes izplatība egles stumbrā uz bāziskām, auglīgām kūdras augsnēm un trupes izraisītie lietkoksnēs zaudējumi

4.1. Metodika

4.1.1. Lauku darbu metodika

Lai noskaidrotu trupes izplatību egļu stumbros un aprēķinātu trupes izraisītās koksnēs sortimentu vērtības izmaiņas, veikta paraugkoku zāģēšana MPS Kalsnava teritorijā 137.kv. 1.nog.. Kopā nozāģēti un uzmērīti 40 paraugkoki.

Katram nozāģētajam kokam ar 0,1 m precizitāti noteikts koka garums un trupes izplatības beigu augstums. Koka (ar mizu un bez mizas) un trupes caurmērs noteikts ar 0,1 cm precizitāti divos savstarpēji perpendikulāros virzienos. Koka un trupes caurmēri fiksēti celma augstumā (0 m) un ik pa metram līdz trupes izplatības beigu augstumam, kā arī visiem kokiem šie mērījumi fiksēti arī 1,3 m augstumā. Ja konstatēta aplievas jeb laterālā trupe, tad, uzmērīts trupes aizņemtā laukuma garums pa garenasi un trupes platums platajākajā vietā (24. attēls b).



24. attēls. Trupes dimensiju uzmērīšana atkarībā no trupes veida.

a – kodoltrupe, b – laterālā trupe.

● – trupes aizņemtā laukums, ↔ - trupes uzmērīšanas virzieni.

4.1.2. Kamerālo darbu metodika

Trupes izplatības novērtējums egļu stumbros

Datu apstrādē izmantotas vispārpieņemtās statistikas metodes – korelācijas analīze, regresijas analīze, (Liepa, 1974, Arhipova, Bāliņa, 2003).

Dati apkopoti un apstrādāti datorprogrammā MS Excel 2003. Izmantojot regresijas un korelācijas analīzi, noskaidrotas sakarības starp trupes izplatības augstumu stumbrā un koka celma un koka krūšaugstuma caurmēru (D_c un $D_{1,3}$), un trupes diametru celma augstumā (D_{tr}).

Aprēķināts trupes izplatības augstums, kurā trupes aizņemtā platība ir mazāka par 10% no stumbra šķērslaukuma bez mizas. Šis rādītājs aprēķināts, pieņemot, ka starp uzmērīto augstumu, kurā trupes laukums ir lielāks par 10% no koka šķērslaukuma bez mizas, un augstumu, kurā trupes laukums ir mazāks par 10% no koka šķērslaukuma bez mizas, trupes laukuma īpatsvars samazinās lineāri.

Trupes izraisītās lietkoksnes sortimentu izmaiņas

Ekonomisko zaudējumu aprēķini veikti, izmantojot R. Ozoliņa izstrādāto stumbra sortimentācijas prototipu (Ozoliņš, 1997, 2002).

Katram kokam aprēķināts dažādu sortimentu relatīvais iznākums % un absolūtās vienībās m³, kā arī sortimentu cena 3 variantos:

1. variants - Koks ir vesels, bez citām koksnes vainām; atbilstoši sortimentu prioritāšu rindai - resnā lietkoksne > vidējā lietkoksne > tievā lietkoksne > malka

2. variants - Trupes bojātā koksnes daļa atbilst malkas kvalitātes prasībām, pārējā atbilstoši sortimentu prioritāšu rindai – resnā lietkoksne > vidējā lietkoksne > tievā lietkoksne > malka.

3. variants - Trupes bojātā daļa līdz augstumam, kurā trupes laukuma īpatsvars lielāks par 10% no koka stumbra šķērslaukuma bez mizas, atbilst malkas kvalitātes prasībām (n 2m gari sortimenti), pārējā trupes skartā stumbra daļa atbilstoši tievās lietkoksnes kvalitātes prasībām (n 3,0 m gari sortimenti), un tālāk stumbrs tiek „sagarināts” atbilstoši prioritāšu rindai – resnā lietkoksne > vidējā lietkoksne > malka.

Aprēķinos izmantota sortimentācija, kas dota MK noteikumos Nr. 219 „Kārtība, kādā novērtē atlīdzības apmēru par saimnieciskās darbības ierobežojumiem īpaši aizsargājamās dabas teritorijās un mikroliegumos, kā arī izmaksā un reģistrē atlīdzību” (11. tabula).

11. tabula.

Ekonomiskos aprēķinos lietotie sortimentu rādītāji

Sortimenta veids	Sortimenta apzīmējums	Sortimenta garums, m	Sortimenta minimālais tievgaļa caurmērs, cm	Kodola trupe
Resnā lietkoksne	RLK	4.9	14.0	nepieļauj
Vidējā lietkoksne	VLK	3.1	10.0	nepieļauj
Tievā lietkoksne	TLK	3.0	6.0	1/3 no D jeb 1/10 no S
Malka	M	2.0	3.0	pieļauj

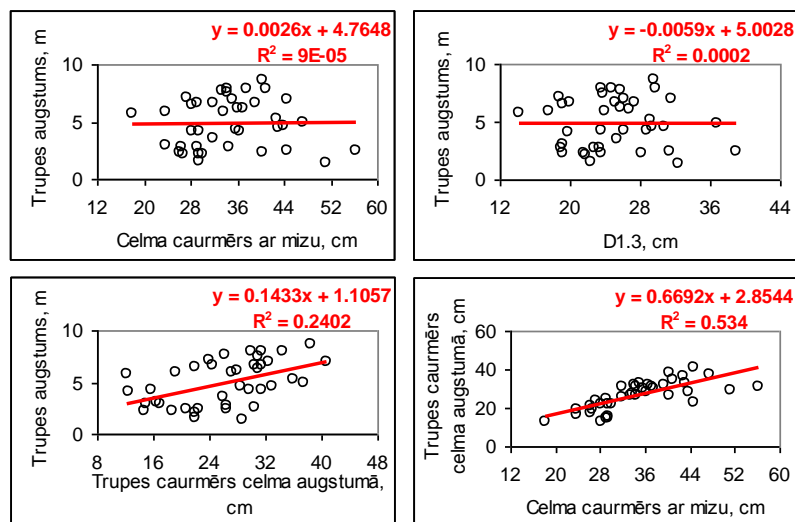
4.2. Rezultāti

4.2.1. Trupes izplatības novērtējums egļu stumbros

Kopā analizēti dati par 40 paraugkokiem. Uzmērītajiem kokiem aritmētiski vidējais trupes izplatības beigu augstums ir 4,9 m, bet maksimālais un minimālais trupes izplatības beigu augstums attiecīgi ir 8,6 m un 1,4 m.

Starp trupes izplatības beigu augstumu egļu stumbros un koka dimensijām (celma un krūšaugstuma caurmēru) nav konstatēta sakarība, jo lineāras regresijas korelācijas koeficienti ($R_{Dc} = +0,010$ un $R_{D1,3} = -0,014$) ir mazāki par korelācijas koeficienta kritisko vērtību

($R_{0,05;40}=0,310$ (Liepa, 1974)). Starp trupes izplatības beigu augstumu un trupes caurmēru celma augstuma konstatēta statistiski būtiska, lineāri pozitīva korelācija ($R=+0,490$). Statistiski būtiska, lineāri pozitīva korelācija ($R=+0,731$) konstatēta arī starp trupes caurmēru celma augstumā un celma caurmēru (25. attēls), līdz ar to koka dimensijām tomēr ir netieša ietekme uz trupes izplatības augstumu egļu stumbros.



25. attēls. Trupes izplatības augstums atkarībā no koka dimensijām un trupes caurmēra celma augstumā, un trupes caurmērs celma augstumā atkarībā no celma caurmēra.

Starp trupes izplatības beigu augstumu un trupes izplatības augstumu, kurā trupes laukums ir 10% no koka šķērslaukuma bez mizas, konstatēta statistiski būtiska, lineāri pozitīva korelācija ($R=+0,974$). Aritmētiski vidējā starpība starp abiem iepriekš minētajiem trupes izplatības augstumiem ir 0,4 m (min – 0,0 m; max – 2,8 m). Uzmērītajiem kokiem abu augstumu starpība 90% (36 kokiem) ir mazāka par 0,5 m.

Pastāv uzskats, ka egles stumbra trupes inficētās daļas augstums ir 19...25 reizes lielāks, salīdzinot ar celma trupējušās daļas diametru (Zycha et al. 1970; Kallio and Tamminen, 1974; Perrin and Delatour, 1976; Tamminen, 1985). Konkrētajā objektā šīs sakarības aritmētiski vidējā vērtība ir $19,1 \pm 1,3$ (standartklūda), bet minimālā un maksimālā vērtība ir attiecīgi 4,9 un 46,1.

4.2.2. Trupes izraisītās lietkoksnes sortimentu izmaiņas

Lietkoksnes sortimentu iznākums

Analizētajiem paraugkokiem aritmētiski vidējais lietkoksnes sortimentu relatīvais iznākums no koka stumbra krājas, ja tiem nebūtu trupes (sagarumots pēc 1. varianta), ir 85,7%, bet reāli 42,6%, ja koks sagarumots pēc 2. varianta, vai 45,9%, ja koks sagarumots pēc

3. varianta (12. tabula). Ja ir trupe, tad neatkarīgi no sagarumošanas veida, lietkoksnis sortimentu relatīvais iznākums no stumbra tilpuma ir aptuveni uz pusi mazāks no teorētiski iespējamā. Neatkarīgi no sagarumošanas veida relatīvo resnās lietkoksnis sortimentu iznākumu trupes klātbūtne samazina aptuveni 3 reizes (1. variants – 66,3%, 2. variants – 22,9% un 3. variants – 24,1%).

12. tabula.

Sortimentu relatīvais iznākums no stumbra krājas atsevišķam kokam, %

Rādītāji	1. variants						2. variants						3. variants					
	RLK	VLK	TLK	M	RLK + VLK	LK kopā	RLK	VLK	TLK	M	RLK + VLK	LK kopā	RLK	VLK	TLK	M	RLK + VLK	LK kopā
Aritmētiski vidējais	62.29	17.40	6.05	2.14	79.69	85.74	22.91	14.96	4.71	49.77	37.88	42.59	24.10	15.47	6.34	46.13	39.57	45.90
Minimālais	0.00	3.08	0.00	0.00	40.08	82.05	0.00	0.00	0.00	16.55	0.00	16.22	0.00	0.00	0.00	16.55	0.00	16.22
Maksimālais	83.53	42.68	43.28	6.26	86.61	87.69	64.42	46.79	16.22	78.89	69.86	72.57	64.42	46.79	35.82	78.89	69.86	72.57
Standartnovirze	17.26	11.02	7.24	1.64	7.91	1.47	18.62	11.86	3.63	15.20	14.75	13.77	19.54	11.67	7.65	17.57	15.45	15.99
Standartkļūda	2.73	1.74	1.15	0.26	1.25	0.23	2.94	1.88	0.57	2.40	2.33	2.18	3.09	1.85	1.21	2.78	2.44	2.53
1. variants - koksnis sortimentu iznākums bez trupes																		
2. variants - koksnis sortimentu iznākums, ja trupējušo koksnis daļu izmanto malkas ieguvei																		
3. variants - koksnis sortimentu iznākums, ja trupējušo koksnis daļu izmanto tievās lietkoksnis sortimentiem (Gtr < 1/10G) vai malkas sortimentiem																		

Ja koks sagarumots pēc 2. varianta, tad analizētajiem paraugkiem aritmētiski vidējais resnās lietkoksnis sortimentu iznākums atsevišķam kokam ir 0,174 m³ un visas lietkoksnis sortimentu iznākums ir 0,265 m³. Trupes izraisītais aritmētiski vidējais resnās lietkoksnis un visas lietkoksnis sortimentu samazinājums atsevišķam kokam attiecīgi ir 0,231 m³ un 0,243 m³ (13. tabula).

13. tabula.

Sortimentu absolūtais iznākums atsevišķam kokam, m³

Rādītāji	1. variants						2. variants						3. variants					
	RLK	VLK	TLK	M	RLK + VLK	LK kopā	RLK	VLK	TLK	M	RLK + VLK	LK kopā	RLK	VLK	TLK	M	RLK + VLK	LK kopā
Aritmētiski vidējais	0.405	0.080	0.024	0.010	0.485	0.508	0.174	0.069	0.021	0.279	0.244	0.265	0.180	0.073	0.029	0.260	0.253	0.281
Minimālais	0.000	0.039	0.000	0.000	0.044	0.091	0.000	0.000	0.000	0.086	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.067	0.000	0.018
Maksimālais	1.286	0.136	0.047	0.024	1.333	1.333	0.861	0.141	0.047	0.569	0.920	0.942	0.861	0.141	0.164	0.569	0.920	0.942
Standartnovirze	0.267	0.031	0.013	0.006	0.264	0.258	0.197	0.038	0.011	0.131	0.189	0.190	0.198	0.038	0.031	0.139	0.189	0.192
Standartkļūda	0.042	0.005	0.002	0.001	0.042	0.041	0.031	0.006	0.002	0.021	0.030	0.030	0.031	0.006	0.005	0.022	0.030	0.030
1. variants - koksnis sortimentu iznākums bez trupes																		
2. variants - koksnis sortimentu iznākums, ja trupējušo koksnis daļu izmanto malkas ieguvei																		
3. variants - koksnis sortimentu iznākums, ja trupējušo koksnis daļu izmanto tievās lietkoksnis sortimentiem (Gtr < 1/10G) vai malkas sortimentiem																		

Ja koks sagarumots pēc 3. varianta, tad analizētajiem paraugkiem aritmētiski vidējais resnās lietkoksnis un visas lietkoksnis sortimentu iznākums atsevišķam kokam attiecīgi ir 0,180 m³ un 0,281 m³, kas attiecīgi ir par 0,225 m³ un 0,227 m³ mazāk nekā kokiem, ja tie būtu bez trupes (2.2. tabula).

Samērā nelielās atšķirības starp 2. un 3. sagarumošanas veidu izskaidrojamas ar to, ka 90% no paraugkiem trupes izplatības beigu augstums un trupes izplatības augstums, kurā trupes laukums nepārsniedz 10% no koka šķērslaukuma, neatšķiras vairāk par 0,5 m.

Piemēram, kokam, kuram abu augstumu atšķirība ir 2,8 m (4,1 m un 1,3 m), tad relatīvais lietkoksnes sortimentu iznākums 2. variantā ir jau aptuveni uz pusi mazāks nekā 3. variantā – attiecīgi 37,7% un 68,8%.

Trupes izraisītais lietkoksnes sortimentu samazinājums

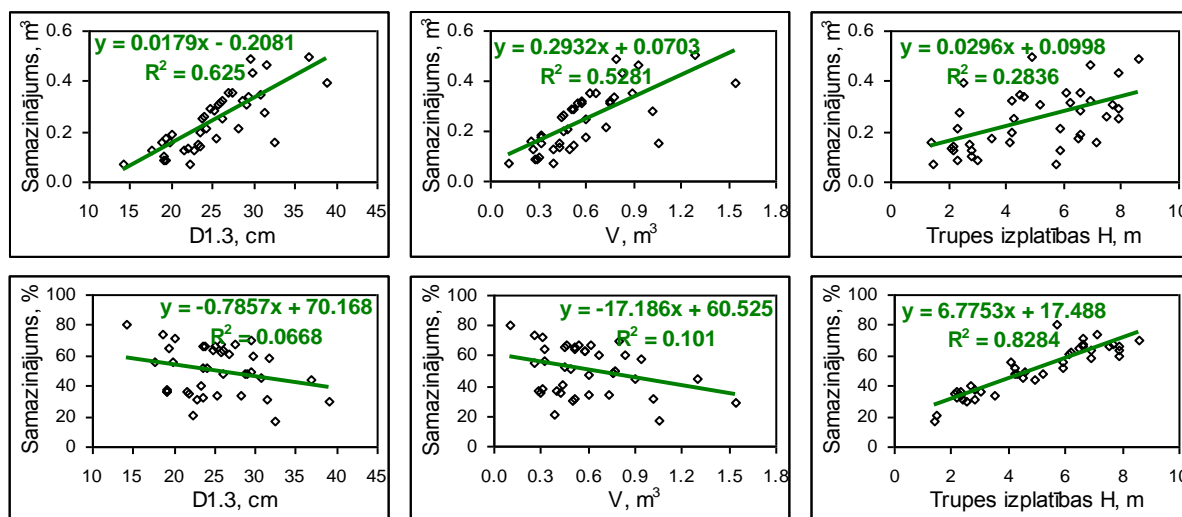
Aritmētiski vidējais trupes izraisītais lietkoksnes sortimentu relatīvais samazinājums uzmērītajiem paraugkokiem ir $50,4 \pm 2,5\%$ (2. sagarumošanas variants) vai $46,5 \pm 2,9\%$ (3. sagarumošanas variants).

Trupes izraisītajam lietkoksnes sortimentu absolūtajam samazinājumam, ja koks sagarumots pēc 2. varianta, statistiski būtiska, lineāri pozitīva korelācija ($R_i > R_{0,05;40} = 0,310$) konstatēta ar:

- koka krūšaugstuma caurmēru – $R = +0,791$,
- stumbra tilpumu – $R = +0,727$,
- trupes izplatības augstumu stumbrā – $R = +0,533$ (2.2. attēls).

Savukārt, trupes izraisītajam lietkoksnes sortimentu relatīvajam samazinājumam, sagarumojot koku pēc 2. varianta, statistiski būtiska lineārā korelācija konstatēta tikai ar:

- stumbra tilpumu – $R = -0,318$,
- trupes izplatības augstumu stumbrā – $R = +0,910$ (26. attēls).



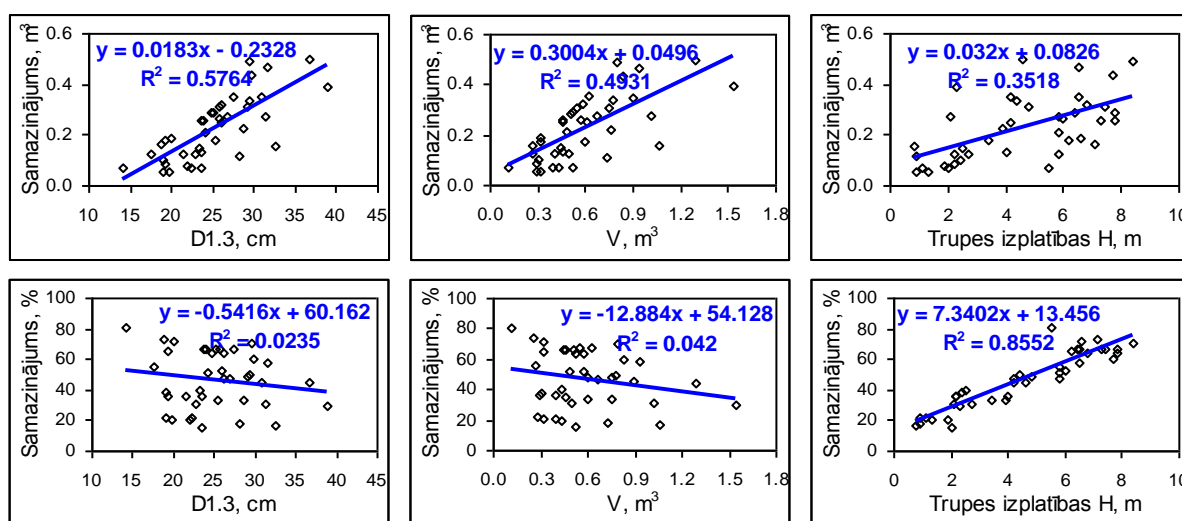
26. attēls. Trupes izraisītais lietkoksnes sortimentu samazinājums atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra, stumbra tilpuma un trupes izplatības augstuma, ja koks sagarumots pēc 2. varianta.

Analizējot trupes izraisītās lietkoksnēs sortimentu izmaiņas, ja koks sagarumots pēc 3. varianta, izmantots nevis trupes izplatības beigu augstums, bet gan augstums, kurā trupes laukums mazāks par 10% no koka šķērslaukuma bez mizas. Šis augstums izmantots, jo tievās lietkoksnēs sortimentiem pieļauj trupi, ja tā nepārsniedz 10% no koka šķērslaukuma bez mizas.

Līdzīgi kā sagarumošanas 2. variantā tā arī 3. variantā trupes izraisītajam lietkoksnēs sortimentu absolūtajam samazinājumam ir konstatēta statistiski būtiska lineārā korelācija ar:

- koka krūšaugstuma caurmēru – $R = +0,759$,
- stumbra tilpumu – $R = +0,702$,
- trupes izplatības augstumu stumbrā ($G_{\text{trupei}} = 10\% G_{\text{kokam}}$) – $R = +0,568$ (23. attēls).

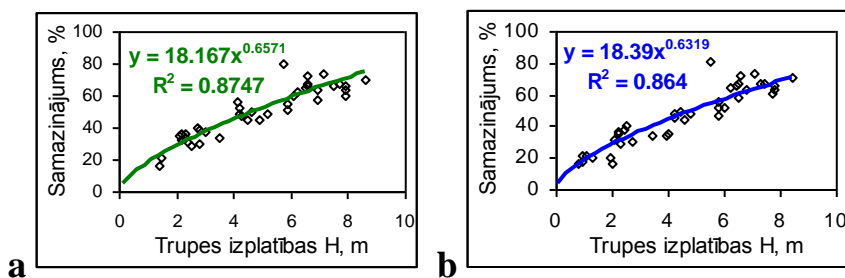
Trupes izraisītajam lietkoksnēs sortimentu relatīvajam samazinājumam, sagarumojot kokus pēc 3. varianta, statistiski būtiska lineārā korelācija konstatēta tikai ar trupes izplatības augstumu stumbrā (trupes izplatības augstums, kurā $G_{\text{trupei}}=10\%G_{\text{kokam}}$) – $R=+0,925$ (27. attēls).



27. attēls. Trupes izraisītais lietkoksnēs sortimentu samazinājums atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra, stumbra tilpuma un trupes izplatības augstuma ($G_{\text{trupei}}=10\%G_{\text{kokam}}$), ja koks sagarumots pēc 3. varianta.

Neatkarīgi no sagarumošanas veida sakarībai starp trupes izraisīto lietkoksnēs sortimentu relatīvo samazinājumu un trupes izplatības beigu augstumu (2. sagarumošanas variantā) vai trupes izplatības augstumu, kurā trupes laukums ir 10% no koka šķērslaukuma bez mizas (3. sagarumošanas variantā), augstāks korelācijas koeficients ir tad, ja datus aproksimē ar pakāpes funkciju (2. variants – $R=+0,935$; 3. variants – $R=+0,930$). Šī funkcija

arī ir loģiskāka nekā lineārā funkcija, jo, ja nav trupes (trupes izplatības augstums ir nulle), tad arī lietkoksnis sortimentu relatīvais samazinājums ir nulle (28. attēls).



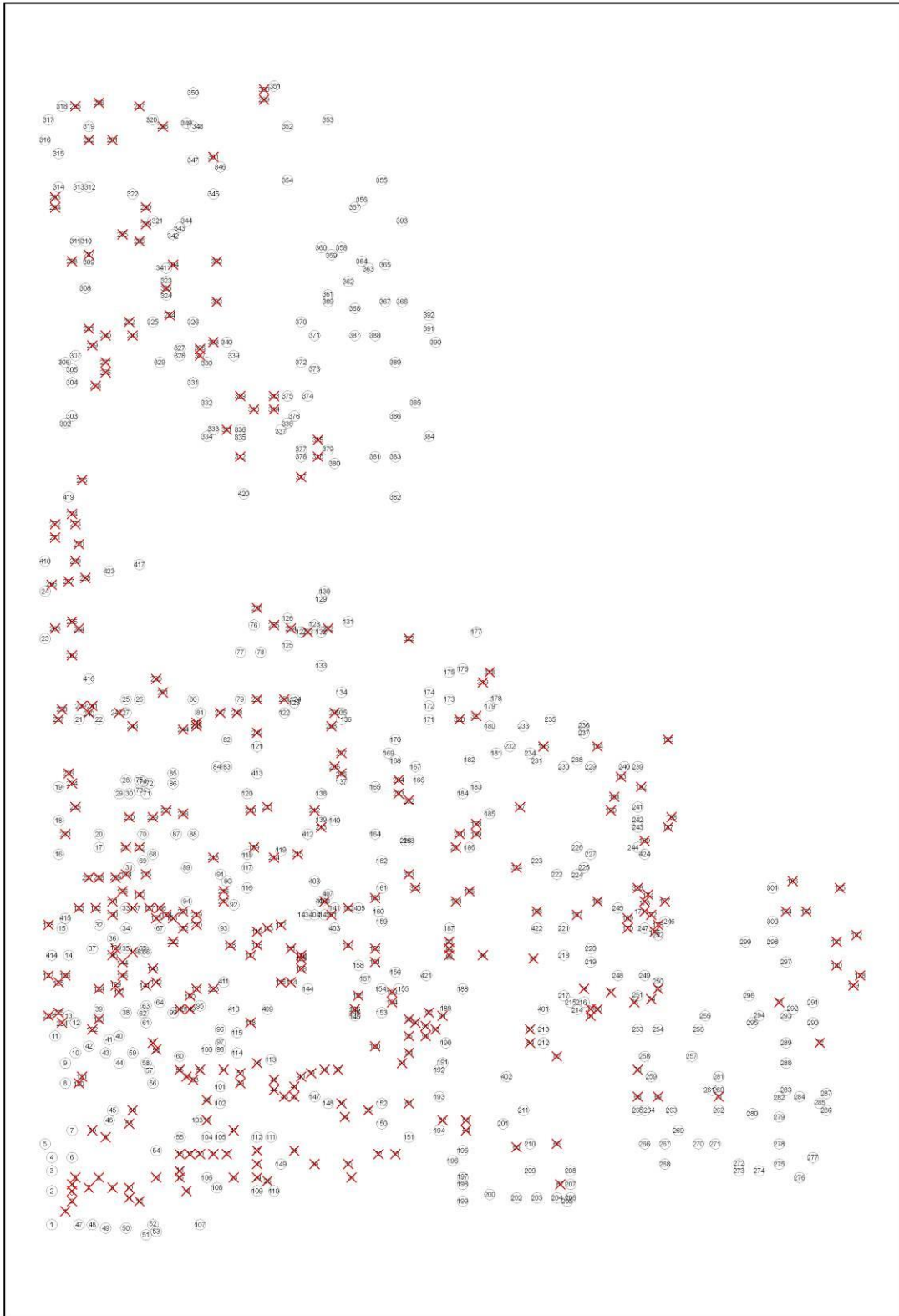
28. attēls. Trupes izraisītais lietkoksnis sortimentu relatīvais samazinājums atkarībā trupes izplatības augstuma.

a – 2. sagarumošanas variants (faktoriālā pazīme - trupes izplatības beigu augstums);

b – 3. sagarumošanas variants (faktoriālā pazīme - trupes izplatības augstums, kurā $G_{\text{trupe}}=10\%G_{\text{kokam}}$).

5. *H.annosum* infekcijas izplatīšanās novērtējums auglīgās kūdras augsnēs

Lai noskaidrotu sakņu piepes izplatību veicinošos faktorus auglīgās kūdras augsnēs, svarīgi ir apzināt *H.annosum* genotipu robežas inficētā audzē. 2009.gada pavasarī Zinātnisko mežu Kalsnavas mežu novadā ar sakņu piepi stipri inficētā audzē (MPS „Kalsnava” 139. kv. 1.nog., koku vecums: 61 gads) tika ievākti 720 koksnis paraugi - 393 no kokiem, 327 no celmiem. Izvēlētajā audzē bija sastopami ļoti daudzi ar *H.annosum* inficēti koki, jo tika atrasti celmi ar sakņu piepes augļķermeņiem, turklāt augļķermeņi tika konstatēti arī uz izgāzto koku stumbriem un saknēm. Koki tika numurēti, lai iegūto informāciju varētu izmantot turpmākajos eksperimentos. Parauglaukuma shēma (analizētie koki un celmi) redzama 29.attēlā.



20 m

29.attēls. Parauglaukuma shēma.

Apzīmējumi:

✕ - celms

○ - koks

Lai iegūtu informāciju par ar *H.annosum* inficēto koku skaitu un *H.annosum* genotipu izplatību, apsekotajā parauglaukumā no visiem kokiem un celmiem tika ievākti koksnes paraugi. Koksnes paraugi iegūti izcērtot vai izzāģējot koksnes gabalus no celmiem vai celmu saknēm, kā arī iegūstot koku skaidiņas ar Preslera urbi (skat. 30., 31. un 32.attēlu). No viena koka vai celma tika ņemts viens paraugs. Urbumi koku stumbros veikti, apmēram 30 – 40 cm augstumā no koka sakņu kakla. Katrs iegūtais paraugs tika ievietots polietilēna maisiņā vai sterilā plastmasas mēģenē un nogādāts laboratorijā.



30.attēls.



31 .attēls.



32.attēls.

30.attēls. Celma saknes paraugu ņemšanas laikā 2009.gada maijā.

31.attēls. Trīs mēnešus pēc paraugu ievākšanas uz daudzām pārzāģētajām saknēm konstatēti *H.annosum* augļķermeņi.

32.attēls. Ar *H.annosum* inficētā audze.

(T.Gaitnieka foto)

Laboratorijā koksnes paraugi tika uzlikti uz Petri platēm, lai novērtētu, vai tie ir inficēti ar *H.annosum*. Katrs ievāktais koksnes paraugs tika īsu brīdi sterilizēts virs atklātas liesmas un novietots uz Hagama agara barotnes. Katrs paraugs uzlikts divos atkārtojumos.

Hagama – agara barotnes sastāvs:

Glikoze (D (+) Glukoze)	5 g
NaNO ₃	0,5 g
MgSO ₄	0,5 g
KH ₂ PO ₄	0,5 g
Maltozes ekstrakts (Bacto Malt Extract, Becton Dickinson and Company, USA)	5g
Agars (Agar Grade A, Becton Dickinson and Company, Sparks, USA)	20g
Destilēts ūdens	1000ml

Barotne autoklāvēta 20 min 121°C.

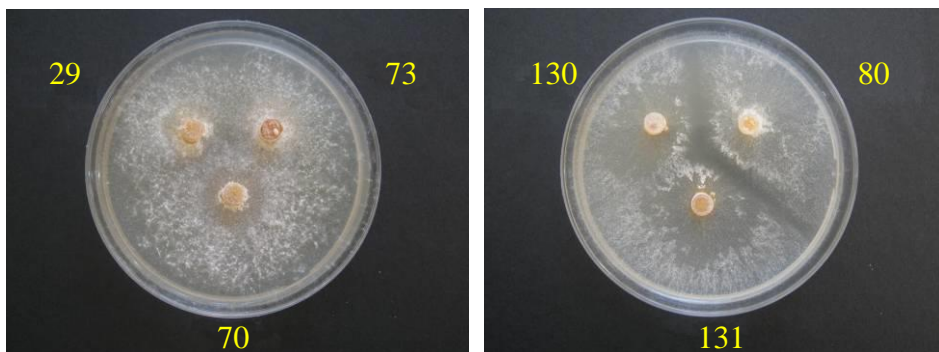
Petri plates ar analizējamajiem paraugiem ievietotas termostatā (Thermostatschrank „Lovibond”, Dortmund, Germany), inkubētas apmēram 7-20 diennaktis 20°C temperatūrā un regulāri novērotas. *H.annosum* tika identificēts pēc micēlija konidiālās stadijas, izmantojot Leica DM4000B mikroskopu (palielinājums 100x). Agara gabaliņš ar izaugušās sēnes kultūru ar sterilizēta skalpeļa palīdzību tika pārsēts jaunā Petri platē, lai iegūtu sēnes tīrkultūru.

Lai noskaidrotu, vai no koksnes iegūtie *H.annosum* izolāti pieder vienam genotipam katra *H.annosum* izolāta tīrkultūras gabaliņu ar nosterilizētu adatu pārnesa Petri platē uz sterilas iesala-agara barotnes.

Iesala-agara barotne:

Iesala ekstrakts (Becton, Dickinson and Company, „Bacto™ Malt extract, Grade A”, France)	15 g
Agars (Becton, Dickinson and Company, „BBL™ Agar, Grade A”, France)	12 g
Ūdens	1000 ml

Pēc tam uz šīs pašas Petri plates pārnesa 3 agara gabaliņus ar citiem *H.annosum* izolātiem un novietoja 1-1,5 cm attālumā no pārbaudāmās kultūras. Testējamās kultūras piederību vienam genotipam noteica trīs nedēļu laikā, novērojot demarkācijas jeb konfrontācijas līniju starp kultūrām (33.attēls).



a)

b)

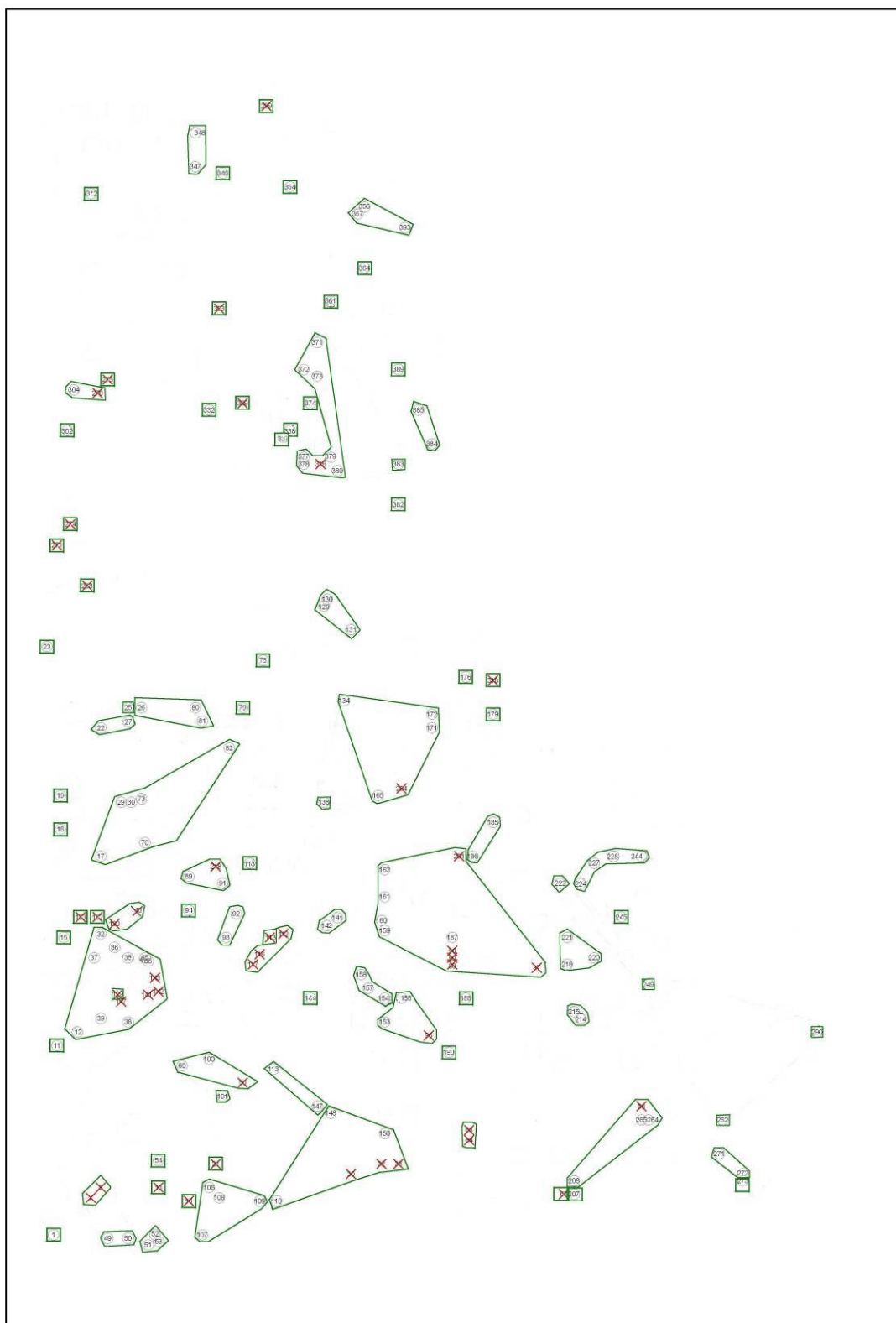
33.attēls. *H. annosum* genotipu salīdzinājums.

a) *H. annosum* izolāti 29, 70, 73 pieder vienam genotipam;

b) *H. annosum* izolāti 130, 131 pieder vienam genotipam, izolāts 80 – citam genotipam

(K.Kenigsvaldes foto).

No analizētajiem 720 koksnes paraugiem (393 augošas egles, 327 celmi) *H.annosum* infekcija konstatēta 129 kokiem un 57 celmiem. *H.annosum* tīrkultūru izdevies iegūt no 124 kokiem un 43 celmiem (*H.annosum* izolēšana no celmiem bija apgrūtināta, jo celmi bija ļoti stipri satrupējuši).



— - genotipu robežas

20 m

34.attēls. *H.annosum* genotipu robežas

Šajā darba etapā ir veikta paraugu genotipu salīdzināšana. Apsekotajā parauglaukumā izdalīti 88 dažādi *H.annosum* genotipi (skat. 34. attēlu). Tā kā iegūtā materiāla apjoms ir

ievērojams, tad turpmākajā darba gaitā tiks veikta *H. annosum* izolātu analīze, lai noteiktu to intersterilitātes grupas.

Genotipu lokalizācija ir samērā tipiska ar *H.annosum* inficētai audzei. Daudzu sīku genotipu robežas liecina, ka augsto infekcijas pakāpi audzē veicinājusi sporu infekcija. To pierāda arī apmēram 20 gadus vecu celmu sastopamība. Tomēr ir sastopami arī vecāki celmi, kuriem konstatēta augsta sadalīšanās pakāpe. Atsevišķu lielāko genotipu robežas liecina, ka infekcija ir izplatījusies arī no koka uz koku caur saknēm ar sēnes micēliju. Minētajā parauglaukumā barības vielām bagātā kūdra ar augstu pH, protams, veicina *H.annosum* attīstību. Turklāt sākotnēji mežs stādīts lauksaimniecības zemēs (pagājušā gadsimta sākumā), kas labvēlīgi ietekmē sēnes attīstību. Iespējams, ka *H.annosum* infekciju veicināja arī koku retināšana, lai gan mazāku diametru celmi netika konstatēti. Parauglaukumu raksturo bagātīga veģetācija un augsts mitrums, kas stimulē celmu sadalīšanos, tāpēc, ja retināšana tika veikta 20 – 25 gadus vecā audzē, tad šie celmi, protams, nav saglabājušies. Līdz ar to nevar izslēgt, ka mazāko genotipu robežas veido „atlikums” no lielākiem genotipiem (K.Korhonena konsultācija). Tomēr daudzie mazāk sadalījušies celmi (tāpat arī gan trupējušo koku, gan celmu sastopamība atsevišķu genotipu robežās) liecina, ka koku izstrāde ir bijusi viens no nozīmīgākajiem sakņu piepes izplatību veicinošajiem faktoriem. Tāpēc, lai ierobežotu sakņu trapes izplatību, mežizstrādes laikā nepieciešams veikt celmu apstrādi ar *H.annosum* attīstību ierobežojošiem preparātiem.

6. *H.annosum* augļķermeņu attīstības novērtējums atšķirīgos meža tipos

2009. gada augustā Zinātnisko mežu Kalsnavas mežu novadā tika ierīkots eksperiments, lai noskaidrotu *H.annosum* augļķermeņu attīstību ietekmējošos faktoros uz mežizstrādes atliekām. Eksperimentā izmantoti nogriežņi, kas tika iegūti nozāgējot 42 kokus, lai noskaidrotu trupes izplatību egles stumbrā kūdreņos uz auglīgām bāziskām augsnēm un aprēķinātu trupes izraisītos mežsaimnieciskos zaudējumus (35.attēls). Katrs no nozāgētajiem kokiem tika sazāgēts 1 – 8 nogriežņos, kuru garums bija 70 un 100 cm (36.attēls). Pavisam eksperimentā izmantoti 147 nogriežņi. Nogriežņi tika randomizēti izvietoti divos dažādos meža tipos: Kp (Mežu pētīšanas stacija Kalsnava, 139.kv. 1.nog., audzes vecums: 61 gads) 76 nogriežņi un Dm (Mežu pētīšanas stacija Kalsnava, 139.kv. 2.nog., audzes vecums: 61 gads) 71 nogriežņi. Parauglaukumam izvēlētā mežaudze Dm meža tipā atradās apmēram 70 metru tālāk un, salīdzinājumā ar Kp, nogabalam raksturīgs reljefa paaugstinājums. Nozāgētajiem kokiem tika konstatēta dažāda trupes attīstības pakāpe – tāpēc arī eksperimentam paredzētajiem nogriežņiem bija atšķirīga trupes intensitāte (37.a. un b. attēls). Nogriežņi tika sadalīti, lai abos meža tipos līdzīgā skaitā būtu pārstāvēti nogriežņi ar atšķirīgu trupes intensitāti. Eksperiments ierīkots 2009. gada augustā. Papildus daļai no nogriežņiem ar līdzīgu trupes intensitātes pakāpi (trupes izplatības augstums egles stumbrā) katrā meža tipā tika veikta mežizstrādes darbiem raksturīgā mizas bojājumu imitācija (38.attēls). Mizas bojājumu imitācija veikta, izmantojot speciāli izgatavotu skrāpi un izvēlētajiem nogriežņiem noplēšot apmēram 50% mizas. Kūdreņa meža tipā tika izvietoti 20 šādi nogriežņi ar mizas bojājumu imitāciju, bet damakšņa tipā - 19. Tādējādi eksperimentā paredzēts arī izvērtēt, kā mizas bojājumi ietekmē augļķermeņu attīstību uz mežā atstātām trupējušajām ciršanas atliekām (39.attēls). Visi nogriežņi tika kartēti, bet pie katra nogriežņa piestiprināta plastmasas plāksnīte ar koka un nogriežņa kārtas numuriem. Kā jau minēts, nozāgētos kokus raksturoja dažāda trupes attīstības pakāpe, tāpēc katram nogriežnim pirms eksperimenta tika izmērītas ne tikai dimensijas (garums, caurmērs), bet arī trupējušās daļas laukums abos nogriežņa galos. 2010. gada rudenī paredzēts uzsākt augļķermeņu attīstības novērtējumu.



35.attēls.



36.attēls.



37.a.attēls.



37.b.attēls.



38.attēls.



39.attēls.

35.attēls. Ar *H.annosum* inficēto koku zāģēšana.

36.attēls. Nogriežņu sagatavošana eksperimentam.

37.attēls. Koki dažādās trupēšanas stadijās:

a) stipri satrupējis celms, koks Nr.80;

b) daļēji trupējis celms, koks Nr.372.

38.attēls. Mežizstrādes izraisīto mizas bojājumu imitācija.

39.attēls. *H.annosum* auglķermeņu attīstības dinamikas novērtēšanai izvietotie nogriežņi ar veselu un „bojātu” mizu.

7. *H.annosum* S un P grupas izolātu attīstības analīze mākslīgi inficētos kokos

2008. gadā pavasarī Zinātnisko mežu Kalsnavas mežu novadā tika ierīkots eksperiments, lai novērtētu dažādu koku sugu rezistenci pret *H. annosum* S un P grupām (14. tabula). Eksperiments veikts sadarbībā ar Zviedrijas Lauksaimniecības universitātes Mikoloģijas un fitopatoloģijas departamentu (Dr. Rimvys Vasaitis).

14. tabula.

Audzēs dažādu koku sugu rezistences pārbaudei (Zinātnisko mežu Kalsnavas mežu novads).

N.p.k.	Koku suga	Kvartāls	Nogabals	platība	Piezīmes
1	Priede	65	14	0,2	
2	Egle	60	16	5,8	
3	Bērzs	263	10	2,2	
4	Melnalksnis	263	10	2,2	
5	Osis	263	9	2,4	(paauga izcirtumā)
6	Ozols	222	1	1,1	
7	Baltalksnis	260	4	1,2	
8	Apse	244	4;10	2,3	(dabīga atjaunošanās)
9	Lapegle	251	11	11	(AS Latvijas valsts meži 2.pak. sēklu plantācijas teritorija)

2008. gadā rudenī, kad paraugi tika paņemti tikai no 20 kokiem katrai koku sugai (10 – inficētiem ar *H. annosum*, un 10 – ar *H. parviporum*), *Heterobasidion* tīrkultūras izdevās izdalīt tikai no 3 eglēm, 1 lapegles un 1 melnalkšņa. No egles un lapegles *Heterobasidion* tika izdalīts tikai no kokiem, inokulētiem ar *H. annosum*, bet melnalkšnim – no koka, inficētam ar *H. parviporum*.

2009. gada pavasarī ar Preslera urbi tika paņemtas koksnes skaidiņas no visiem ar *Heterobasidion annosum* (P grupa) un *H. parviporum* (S grupa) inokulētiem kokiem. Urbumu, ja bija iespējams, veica tieši virs inokulācijas vietas. Laboratorijā koksnes skaidiņas sterilizēja un uzlika uz Petri plates ar iesala barotni. Pēc divu nedēļu ilgas inkubācijas visas plates tika apskatītas mikroskopā, un *Heterobasidion* izolāti izdalīti tīrkultūrā.

Šajā atkārtojumā *Heterobasidion* izdevās izdalīt no egles (no 3 kokiem inficētiem ar *H. parviporum* un 5 ar *H. annosum*) un lapegles (4 – *H. parviporum* un 2 – *H. annosum*). No pārējām koku sugām *Heterobasidion* netika izdalīts. Melnalkšņa audzē viens no inokulētajiem kokiem bija nokaltis (uz stumbra konstatēti putnu izkalti dobumi, miza bija nolobījusies). No

melnalkšņa, no kura koksnes 2008. gadā bija izdalīts *Heterobasidion parviporum*, šogad to neizdevās izdalīt. Priežu un ozolu audzēs netika novērotas trupes, vai citas slimību pazīmes. Savukārt, ošu audze bija stipri inficēta ar *Armillaria* sp.: 3 koki bija nokaltuši, 2 no tiem ir izgāzti; *Armillaria* sp. konstatēta 47,5% koksnes paraugu. Bērzi, baltalkšņi un apses ir stipri trupējuši, bet trupi izraisošās sēnes vēl nav identificētas. Iespējams, ka iegūtie dati pilnīgi neatspoguļo reālo situāciju, jo urbumu metode nav īpaši precīza. Nākamgad, kad paredzēta inficēto koku nozāģēšana, mēs varēsim pārbaudīt gan trupes īpatsvaru audzēs, gan *Heterobasidion* micēlija klātbūtni (izmantojot koku ripu inkubācijas metodi), ka arī novērtēt trupes izplatību koku stumbros.

8. Skujkoku stādmateriāla rezistences pētījumi

2009.gadā tika veikta papildus stādmateriāla sagatavošana skujkoku rezistences pētījumiem pret sakņu piepes infekciju. Stādmateriāls tika sagatavots AS LVM „Sēklas un stādi” Kalsnavas Arborētuma siltumnīcās, kā arī Mežu pētīšanas stacijas Eksperimentālajā kokaudzētavā. Sējumi Arborētuma siltumnīcās tika veikti 6.maijā un stādmateriāla sagatavošana veikta saskaņā ar kokaudzētavu praksi. Pavisam tika sagatavoti 365 egļu stādi, izmantojot Suntažu, Katvaru, Sventes un Remtes sēklu plantācijās ievāktās sēklas, kā arī 91 stāds, izmantojot Mērdzenes mežniecības ievāktās sēklas.

Sagatavoti arī 656 priežu stādi (Priekules, Kurmales, Katvaru, Dravas un Sāvienas sēklu plantāciju sēklas).

Papildus sagatavoti 334 stādi, izmantojot sēklas, kas ievāktas no veselīgām priedēm, kas aug ar *H.annosum* inficētā platībā (Gaigalavas iecirknis 42.kv. 5.nog. un 30.kv. 19,20. nog.).

Izaudzētajiem stādiem tika aprēķināts dīdžības procents un salīdzināta sēklu dīgšanas dinamika. 2010.gada pavasarī sējeņi tiks pārstādīti 1,5 litru plastmasas traukos turpmākajam eksperimentam.

Eksperimentālajā Kalsnavas kokaudzētavā sagatavoti \approx 200 trīsgadīgi egļu stādi (Remtes un Suntažu sēklu plantācijas), kā arī \approx 400 trīsgadīgu egļu stādu (sēklas ievāktas mežaudzēs – Sesile, Zaube, Ludza, Jēkabpils). Sagatavoti arī \approx 400 trīsgadīgu priežu stādu (Dravas, Zlēku, Sāvienas un Andumu sēklu plantācijas). 2010.gadā paredzēts uzsākt trīsgadīgo stādu rezistences pārbaudi pret *H.annosum* infekciju.

9. Egļu trupi izraisošās sēnes bijušajās lauksaimniecības zemēs

2009. gadā turpināti pētījumi, lai novērtētu sakņu trapes izplatību bijušajās lauksaimniecības zemēs, kā arī, lai identificētu citas trupi izraisošās sēnes minētajās platībās. Empīriskais materiāls tika ievākts egļu audzēs, kas ierīkotas uz bijušām lauksaimniecības zemēm (15. tabula). Katrā parauglaukumā no izgāztām, nolauztām un stāvošām nokaltušām eglēm, izmantojot cirvi, tika paņemti koksnes paraugi. No kokiem, kuriem stumbri bija nolauzti augstāk par 2 m, paraugi tika paņemti tuvu pie lūzuma vietas. Visi koki numurēti un atzīmēti kartē.

15. tabula

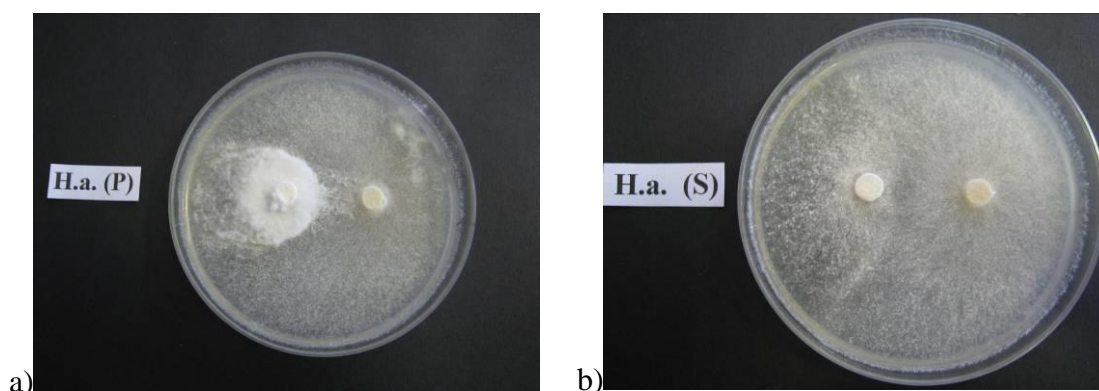
Parauglaukumu apraksts

Nr	Mežsaimniecība/ Virsmēžniecība	Kvartāls	Nogabals	Platība (ha)	Audzės vecums	Meža tips	Audzės sastāvs
1*	Zinātniskās izpētes meži Kalsnavas mežu novads	86	18	1,1	46	Dm	10E ₄₆
2.	Zinātniskās izpētes meži Kalsnavas mežu novads	148	2	1,9	43	As	10E ₄₃
3.	Zemgales mežsaimniecība	121	11	3,5	68	Ap	8E ₆₈ 1E ₈₂ 1B ₆₈

* - uz bijušās lauksaimniecības zemes ierīkotā egļu plantācija Nr. 301. Stādmateriāls – pluskoku potējumi uz egļu sējeņiem (stādīšanas shēma: 5x5 m).

Laboratorijā no katra koksnes parauga izgrieztas koksnes skaidiņas (apmēram 2-3 cm garas), sterilizētas liesmā un uzliktas Petri platēs (ø 9 cm) ar Hagea agara barotni (5 g glikozes, 0,5 g NaNO₃, 0,5 g MgSO₄, 0,5 g KH₂PO₄, 5 g iesala ekstrakta, 20 g agara uz 11 dest. H₂O). Plates inkubēja termostatā 19°C vienu nedēļu un visas izaugušās sēnes izdalīja tīrkultūrā. Sēņu sugu identificēšanai izmantoja mikroskopu Leica DM400B (100x palielinājums). *Heterobasidion* suga (intersterilitātes grupa) noteikta, izmantojot homokariotiskas testkultūras 05104/5(p) un 91203/4(s) (K. Korhonen, Somija) (40. attēls)

(Korhonen, 1978). Izdalīto genotipu robežas noteiktas, izmantojot genotipu salīdzināšanas testu (Stenlid, 1985).



40. attēls. Intersterilitātes tests ar homokariotiskām testkultūram (a)05104/5(p) – H.a. (P) un b)91203/4(s)- H.a. (S)). Redzams, ka analizējamā sēne pieder pie *Heterobasidion annosum* S grupas (*Heterobasidion parviporum*)

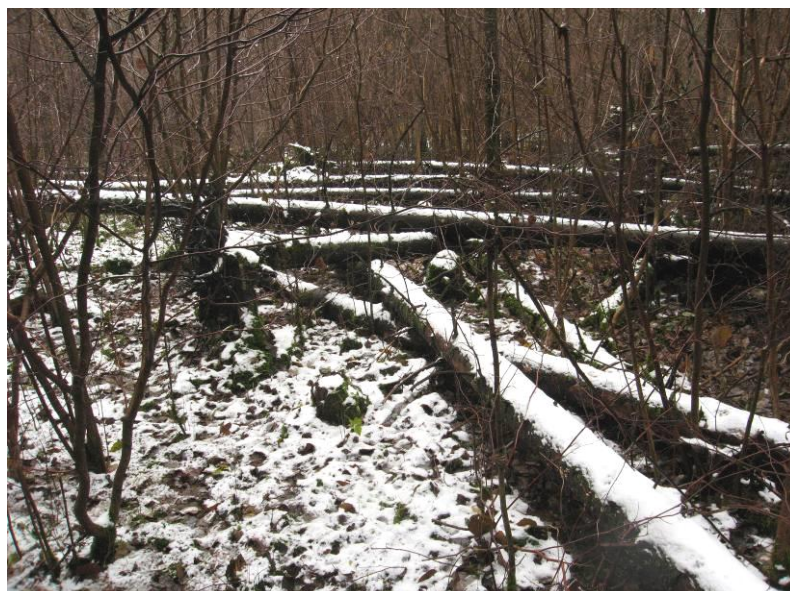
Visos parauglaukumos konstatētas izgāztas un nolauztas egles. Visvairāk nolauzto koku konstatēts 1. parauglaukumā, kur no 28 apsekotām eglēm 12 bija nolauztas pie celma un 10 – augstāk par 2 metriem. Galvenais trupes izraisītājs šajā audzē ir parastā apmalpiepe *Fomitopsis pinicola*. To augļķermeņi ir atrasti uz 80% nolauzto koku (41. attēls), bieži vien gan uz stāvošas stumbra daļas, gan uz nolauztās stumbra daļas. Sēne tika izdalīta tīrkultūrā no 36% koku (ja sēne bija izdalīta no stumbra pamatnes, tā vienmēr tika izdalīta arī no nolauztās stumbra daļas virs lauzuma vietas). Šī sēne izraisa brūno stumbra trupī un parasti iekļūst veselā kokā caur mizas bojājumiem. Tieši ar to ir izskaidrojams, kāpēc koki pārsvarā bija nolauzti pie sakņu kakla vai augstāk. *Fomitopsis pinicola* nav uzskatāma par trupes sēni, kas izraisa nozīmīgus mežsaimnieciskos zaudējumus, jo inficē pārsvarā novājinātos kokus (Etherige, 1973). Tik liela šīs sēnes izplatība audzē varētu būt izskaidrojama ar izmantoto stādmateriālu (egļu potējumi), kas, iespējams, samazināja koku rezistenci pret parastās apmalpiepes infekciju. 14% koksnes paraugu atrasta arī koksnes zilējumu izraisošā sēne *Ophiostoma piceae*.



41. attēls. Parastās apmalpiepes *Fomitopsis pinicola* augļķermeņi uz nolauztas egles (Kalsnava, 1 parauglaukums).

2. parauglaukumā no 33 apsekotajām eglēm 17 bija izgāztas, 1 nolauzta 2 m augstumā un 15 nokaltušas. Lielākai daļai nokaltušo koku zem mizas ir novērotas mizgraužu ejas. Sakņu piepe *Heterobasidion* sp. ir izdalīta no 15% koku (gan stāvošu, gan izgāztu), visi izolāti ir *Heterobasidion parviporum* (*H. annosum* S grupa). Atrasti 3 dažādi sēnes genotipi. Šī sēne iekļūst audzē caur svaigi nocirsto celmu virsmu un spēj inficēt blakus esošās egles sakņu kontaktu vietās. Sakņu piepes micēlijs var saglabāties trupējušā koksnē vairākus gadu desmitus un spēj inficēt jauno egļu ģenerāciju (Kurkela, 2000, Morrison and Redfern, 1994, Piri and Korhonen, 2001, Piri, 2003). Trupe parasti izplatās saknēs un stumbra apakšējā daļā un bieži izraisa koku izgāšanu (Asiegbu et al. 2005, Dart et al, 2007). Celmene *Armillaria* sp. ir izdalīta no 21% koku un 30% koku zem mizas tika konstatētas arī sēnes rizomorfas. *Armillaria* sp. inficē vairākas koku sugas caur saknēm ar rizomorfu palīdzību un izraisa sakņu un stumbra trupī, kura arī padara kokus uzņēmīgus pret vējgāzēm (Bendel et al, 2006, Cleary et al, 2008, Filip et al, 2009). *Ophiostoma piceae* konstatēta 18% koku. Vienā no stāvošiem nokaltušiem kokiem arī ir atrasta sēne, kas inficē dzīvos kokus caur mizas bojājumiem – *Stereum sanguinolentum*. Tā izraisa balto trupī un ir viena no izplatītākajām trupī izraisošajām sēnēm Latvijā (2005-2006 gada dati).

3. parauglaukumā no 31 apsekotām eglēm 27 bija izgāztas un 89% izgāzto koku tika atrasti *Heterobasidion* augļķermeņi. Intersterilitātes tests parādīja, ka tie visi pieder pie *Heterobasidion parviporum*, un pārstāv 3 genotipus. Citas trupī izraisošās sēnes šajā parauglaukumā nav konstatētas.



42. attēls. Izgāzti koki Tērvetē (3. parauglaukums).

Apsekojot trīs parauglaukumus, var secināt, ka *Heterobasidion annosum* s.l. nav vienīgā sēne, kas veicina egļu uzņēmību pret vējgāzēm. Trupi izraisa arī celmenes *Armillaria* spp., parastā apmalpiepe *Fomitopsis pinicola*, un, iespējams, arī citas trupes sēnes. Bet *H. parviporum* tomēr rada visnopietnākās problēmas, izraisot ne tikai masveida koku izgāšanu (42. attēls), bet arī, izveidojot „trupes ligzdas”, kuras ar laiku izplatās, inficējot blakus esošos kokus. Iepriekšējie pētījumi parādīja, ka sakņu piepe *Heterobasidion parviporum* ir visizplatītākā trupes izraisītāja egļu audzēs. Arī 2009. gadā tā tika konstatēta 2 no 3 apsekotajiem parauglaukumiem.

10. Publikācijas žurnālam „Baltijas koks”

Saskaņā ar Darba programmu un kalendāro plānu 2009. gadā tika sagatavotas divas publikācijas žurnālam „Baltijas koks”:

- „Trupējusi egles koksne kā sakņu trupes izplatību veicinošs faktors”
- „*Heterobasidion* spp. sakņu trupe – bioloģija, izplatība, trupes izraisītie mežsaimnieciskie zaudējumi un ierobežošanas iespējas”

Iesniegtās publikācijas skatīt 1. un 2.pielikumā.

11. Secinājumi

1. Novērtējot *H.annosum* augļķermeņu attīstību uz ciršanas atliekām, konstatēts, ka 3 – 6 gadu laikā visvairāk augļķermeņu veidojas kūdreņu meža tipos (Ks, Kp) – 5071 cm² uz 1 m³ koksnes, sausieņu tipos (Dm, Vr, Gr) un āreņos (As, Ap) attiecīgi 3918 cm² un 2637 cm²; savukārt slapjajā damaksnī (Dms) tikai 670 cm².
2. Lielāko daļu (85%) no analizētajām 164 trupējušām eglēm sastāda koki, kur augļķermeņi sastopami tikai uz stumbra vai uz stumbra un saknēm. Uz koka stumbra veidojas 2,5 x vairāk augļķermeņu kā uz saknēm, vidējais augļķermeņu laukums uz viena šāda koka sastāda ≈ 800 cm². Savukārt uz izgāztiem eglu celmiem konstatēta vidēji 383 cm² liela sēnes augļķermeņu virsma.
3. Apsēkotajā objektā eglu audzē uz eitrofām kūdras augsnēm uzmērītajiem paraugkokiem aritmētiski vidējais trupes izplatības beigu augstums stumbrā ir 4,9 m, bet minimālais un maksimālais trupes izplatības beigu augstums stumbrā attiecīgi 1,4 m un 8,6 m.
4. Uzmērītajiem paraugkokiem trupes izplatības beigu augstums stumbrā ir tieši atkarīgs no trupes caurmēra celma augstumā, jo ir konstatēta statistiski būtiska, lineāri pozitīva korelācija ($R=+0,490 > R_{0,05;40}=0,310$).
5. Uzmērītajiem paraugkokiem trupes izplatības beigu augstums stumbrā ir netieši atkarīgs no koka dimensijām (celma caurmēra), jo starp šiem rādītājiem nav konstatēta statistiski būtiska korelācija ($R = +0,010$), bet ir konstatēta statistiski būtiska, lineāra pozitīva korelācija ($R=+0,731$) starp koka celma caurmēru un trupes caurmēru celma augstumā.
6. Ja trupējušā stumbra daļa atbilst tikai malkas kvalitātes prasībām, tad apsekotajā objektā paraugkoku aritmētiski vidējais trupes izraisītais lietkoksnis sortimentu relatīvais samazinājums ir $50,4\% \pm 2,5\%$, tas ir, no 85,7 uz 42,6%.
7. Ar *H.annosum* stipri inficētā audzē uz eitrofas kūdras augsnes no 124 inficētiem kokiem un 43 celmiem tika izdalīti 88 dažādi *H.annosum* genotipi; daudzo, relatīvi nelielo genotipu sastopamība liecina par sporu infekcijas dominanci analizētajā parauglaukumā. Iegūtie dati apstiprina, ka veicot mežizstrādi veģetācijas perioda laikā, svaigi celmi ir viens no nozīmīgākajiem sakņu trupes izplatību veicinošiem faktoriem.

12. Literatūras saraksts

1. Arhipova I., Bāliņa S., 2003. Statistika ekonomikā. Risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel. Rīga: Datorzinību Centrs, 352 lpp.
2. Asiegbu, F., Adomas, A. and Stenlid, J. (2005) Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref s.l. *Molecular Plant Pathology* 6(4): 395 – 409.
3. Bendel, M., Kienast, F., Bugmann, H., and Rigling, D. (2006) Incidence and distribution of *Heterobasidion* and *Armillaria* and their influence on canopy gap formation in unmanaged mountain pine forests in Swiss Alps. *European Journal of Forest Pathology* 116: 85 – 93.
4. Bodles, W.J.A., Beckett, E., Zamponi, L., Woodward, S., Keča, N., Capretti, P. 2004. *Heterobasidion annosum* population recruitment and spread in a severely infected sitka spruce stand in North East Scotland. In: Manka, M., Lakomy, P. (Ed.), *Proceedings of the 11th International Conference on Root and Butt Rots*. Poznan, Poland. 83-93.
5. Bušs K. 1981. Meža ekoloģija un tipoloģija. Rīga, „Zinātne”. 68 lpp.
6. Cleary, M., Kamp, B. and Morrison, D. (2008) British Columbia's southern interior forests: *Armillaria* root disease – stand establishment decision aid. *BC Journal of Ecosystems and Management*, 9(2): 60 - 65.
7. Dart, N. L., Chastagner, G. A., and Peever, T. L. (2007) Spread of *Heterobasidion annosum* in Christmas tree plantations of the United States Pacific Northwest. *Ecology and Epidemiology* 97(5): 551 – 556.
8. Etheridge, D. E. 1973. Wound parasites causing tree decay in British Columbia. Canadian Forest Service, Forest Pest Leaf. No. 62. Victoria, B.C.
9. Filip, G. M., Fitzgerald, S. A., Chadwick, K. L. and Max, T. A. (2009) Thinning ponderosa pine affected by *Armillaria* root disease: 40 years of growth and mortality on infected site in Central Oregon. *Western Journal of Applied Forestry*, 24(2): 88 – 94.
10. Kallio, T. and Tamminen, P. (1974) Decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the Aland Islands. *Acta Forestalia Fennica* 138, 42.pp.
11. Korhonen K., Stenlid J. 1998. Biology of *Heterobasidion annosum*. In: Woodward, S., J. Stenlid, R. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum: biology, ecology, impact and control*. CAB International, Wallingford, UK: 43-70.
12. Korhonen, K. (1978) Intersterility groups of *Heterobasidion annosum* *Commun. Inst. For. Fennica*, 94(6): 1 – 25.
13. Kurkela, T. (2000) Transmission of *Heterobasidion* root rot to planted Scots pine and Siberian larch after clear cut of infected pine forest. *Metsanduslicud uurimused XXXIV*, 30 – 34, ISSN 1406 – 9954.
14. Liepa, I., 1974. Biometrija. Rīga: Zvaigzne, 336. lpp.
15. Morrison, D. J. and Redfern, D. B. (1994) Long-term development of *Heterobasidion annosum* in basidiospore-infected Sitka spruce stump. *Plant Pathology* 43: 897 – 906.
16. Möykkynen T., Weissenberg K. von, Pappinen A. 1997. Estimation of dispersal gradients of S- and P-type basidiospores of *Heterobasidion annosum*. *European Journal of Forest Pathology* 27: 291-300.
17. Müller, M. M., Heinonen, J., Korhonen, K. 2007. Occurrence of *Heterobasidion* basidiocarps on cull pieces of Norway spruce left on cutting areas and in mature spruce stands. *For. Path.* 37: 374-386.
18. Ozoliņš R., 1997f Egļu stumbra tilpuma tabulas. Valsts mežu dienests
19. Ozoliņš R., 2002 Forest stand assortment structure analysis using mathematical modeling. – *Metsanduslicud uurimused XXXVII*, 33-42. ISSN 1406-9954
20. Perrin, R. and Delatour, C. (1976) Estimating the height of decay in standing Norway Spruce attacked by *Fomes annosus*. *European Journal of Forest Pathology* 6, 193-203.

21. Piri, T. (2003) Early development of root rot in young Norway spruce planted on sites infected by *Heterobasidion* in Southern Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 604-611.
22. Piri, T. and Korhonen, K. (2001) Infection of advance regeneration of Norway spruce by *Heterobasidion annosum*. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 937 – 942.
23. Redfern, D.B. 1997. The effect of soil on root infection and spread by *Heterobasidion annosum*. *Root and Butt Rots of Forest Trees*. September 1-7. 267-273.
24. Stenlid, J. (1985) Population structure of *Heterobasidion annosum* as determined by somatic incompatibility and isoenzyme patterns. *Canadian Journal of Botany*, 63: 2268-2273.
25. Tamminen, P. (1985) Butt-rot in Norway spruce in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 127, 1-52.
26. Zycha, H., Dimitri, L. and Kliefoth, R. (1970) Ergebnisse objektiver Messungen der durch *Fomes annosus* verursachten Rotfäule in Fichtenbeständen. [Measurements of the degree of butt rot caused by *Fomes annosus* in spruce stands.] *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 141, 66-73 (in German, with English summary).

PIELIKUMI

***Heterobasidion* spp. sakņu trupe – bioloģija, izplatība, trupes izraisītie mežsaimnieciskie zaudējumi un ierobežošanas iespējas**

Vai zināt, ka Skandināvijas dienviddaļā egļu audzēs 10 – 20% egļu ir inficētas ar *Heterobasidion annosum* (Sakņu piepi). Savukārt Baltijas valstīs trupējušu koku īpatsvars egļu audzēs ir vidēji 20%, bet bijušajās lauksaimniecības zemēs tas var sasniegt pat 50%. Sekojoši, trupes izraisītie ikgadējie ekonomiskie zaudējumi Vācijā tiek vērtēti ap 35 miljoni eiro, bet Eiropas Savienības valstīs kopā ap 500 miljoniem eiro gadā. Kas tad tā ir par sēni - Sakņu piepe, kā tā izplatās, kādus bojājumus rada un kā tās negatīvo ietekmi mazināt? Par to uzzināsi šajā rakstā.

Bioloģija un attīstība.

Sakņu trupi izraisošā sēne – sakņu piepe ir vairāku sēņu sugu komplekss. Eiropā plašāk izplatītās sugas ir *Heterobasidion parviporum* un *Heterobasidion annosum*. Ļoti bieži šīs sugas apzīmē arī kā attiecīgi S un P grupas. S grupa (no angļu valodas „spruce”) pamatā inficē egli, bet P grupa (no angļu valodas „pine”) ir daudz agresīvāka un tā inficē gan priedi, gan egli, kā arī lapu kokus. Viduseiropā un Eiropas dienviddaļā sastopama arī F grupa (no angļu valodas „fir”) – *Heterobasidion abietinum*, kas inficē baltegli. Redzot trupējušu celmu, ne vienmēr varam apgalvot, ka trupi ir izraisījusi sakņu piepe. Somu zinātnieki uzskata, ka aptuveni 15% gadījumu trupi izraisa celmene, bet 5% gadījumu *Stereum sanguinolentum* – šī sēne atšķirībā no sakņu piepes un celmenes, kas izraisa sakņu trupi, bojājumu vietās inficē koku stumbru. Tomēr 80% gadījumu primārais trupes izraisītājs ir tieši *Heterobasidion* spp. Sēne veido daudzgadīgus, neregulāras formas augļķermeņus – piepes. Visbiežāk sastopami klājeniskas formas augļķermeņi, taču dažkārt augļķermeņu mala var būt atliekta un veidot cepurīti. Piepes virsmas krāsa variē no gaiši brūnas līdz tumši sarkanīgi brūnai. Vecāki augļķermeņi kļūst tumšāki, taču atklātā vietā, izkalstot saulē, to krāsa kļūst netīri pelēka. Raksturīga sēnes pazīme ir piepes cepurītes baltā apmale. Jauno augļķermeņu apakšpuse ir balta, vēlā rudenī tā kļūst dzeltenīga, bet nākošajā gadā tā ir brūna, uz kuras veidojas jauns augļķermeņa piepes slānis. Augļķermeņi atrodami uz atmirušu vai kalstošu koku sakņu kakla, kā arī uz izgāztu koku saknēm. Ļoti bieži sēne veido augļķermeņus uz izgāztu koku stumbra vai ar sakņu trupi inficētām ciršanas atliekām. Augļķermeņu attīstību veicina daļēji izgāzti celmi, jo tur veidojas labvēlīga vide augļķermeņu attīstībai. Auglīgajos meža tipos, kur spēcīgi attīstīta veģetācija, augļķermeņi veidojas arī uz inficētu koku celmiem. Jāatzīmē, ka augļķermeņu attīstību veicina ēnojums un mitrums, tāpēc veicot mežsaimnieciskos pasākumus, kā arī rūpējoties par vides bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu, īpaša

uzmanība jāpievērš auglīgajiem meža tipiem, kur ir spēcīgi attīstīta veģetācija. Sēne vairojas ar bazīdijsporām, kas izplatās ar vēja palīdzību vai tiek ieskalotas augsnē, kā arī veģetatīvi – ar micēliju veselo koku saknēm saskaroties ar inficēto koku saknēm. Daļa sporu var aizlidot pat 500 kilometru tālu, taču vairums sporu izplatās apmēram 100 metru attālumā no auglķermeņiem un inficē bojātas koku saknes vai svaigus celmus. Pamatā inficēšanās process norit siltajā gadalaikā. Inficētajā koksni no izdīgušajām sporām attīstās micēlijs, kas tālāk noārda celma koksni un ieaug saknēs, var tur saglabāties gadu desmitiem un apdraudēt jaunus iestādītos kociņus. Nedzīvu koku saknēs sēnes micēlijs izplatās apmēram 25 – 40 centimetri gadā, bet augošu koku saknēs micēlija izplatīšanās ātrums ir ievērojami lēnāks: 10 centimetri gadā. Tādejādi skujkoku mežos izveidojušos trupes ligzdu platība radiāli palielinās aptuveni 0,2 – 0,5 metri gadā, bet priežu audzēs pat līdz vienam metram gadā. Šādu trupes ligzdu platība var sasniegt 50 – 70 metri un tā var saglabāties 100 – 200 gadus.

Izplatība, bojājumi un trupes izraisītie mežsaimnieciskie zaudējumi.

Sakņu piepe ir plaši izplatīta Ziemeļu puslodē gandrīz visos apsaimniekotajos mežos. Sēne konstatēta vairāk kā 150 saimniekaugu sugām. Skujkokiem ar augstu sveķu saturu kodolkoksni (*Pinus* sp., *Larix* sp.) sēne izraisa sakņu trupi, bet neizplatās stumbrā. Savukārt egles un baltegles stumbrā sēne var izplatīties vairāku metru augstumā (eglei līdz pat 12 metriem). Ja *H.annosum* inficē augošu koku, tad micēlijs attīstās kodolkoksni, jo aplievā ir vielas, kas kavē micēlija attīstību. Savukārt celmos sēne pamatā inficē aplievu.

Sēne izraisa tā saucamo balto trupi un noārda vispirms lignīnu pēc tam celulozi. Trupes izraisītie ekonomiskie zaudējumi ir īpaši aktuāli egļu audzēs, jo, kā jau minēts, sēnes micēlijs egles stumbrā izplatās vairāku metru augstumā. LVMI „Silava” veiktajos pētījumos konstatēts¹, ka pieaugušu egļu audzēs (119 paraugkoku dati) trupe stumbrā izplatās vidēji 6,9 metru augstumā. Mūsu veiktie aprēķini liecina, ka egļu audzēs trupes izraisītie tiešie mežsaimnieciskie zaudējumi sastāda vidēji 700 Ls/ha (2006. gada cenās), bet tie var sasniegt pat 3000 Ls/ha atkarībā no audzes vecuma un krājas. Zviedrijā veiktajos pētījumos konstatēts, ka piecu gadu periodā inficēto egļu krājas pieaugums samazinās par aptuveni 10%. Somijā aprēķināts, ka 18,5% no kopējās egļu krājas (146 izcirtumu dati) veido trupējusi koksne. Tomēr trupes izraisītā koksnes vērtības pazemināšanās, palielinoties mazāk vērtīgo sortimentu īpatsvaram, ir tikai viens no trupes izraisīto zaudējumu aspektiem. Zaudējumus izraisa arī:

¹ pētījumi veikti A/S „Latvijas valsts meži” finansēta projekta „Sakņu trupes uzraudzība un ierobežošana skujkoku mežos” ietvaros

- papildus darbs cirsmā no bojātās stumbra resgaļa daļas sagatavot un pievest zemākas kvalitātes sortimentus;
- cirsmā pieaug tievo dimensiju veselās koksnes apjoms, jo resnā koksne trupes bojāta (trupe pamatā izplatās 1. un 2. sortimentā);
- koksnes pieauguma samazināšanās augošam kokam;
- palielinās trupējušo mežizstrādes atlieku daudzums, kas veicina trupes izplatību;
- inficētās audzes kļūst neizturīgākas pret sniega – un vējgāzēm, jo tiek bojātas koku saknes.

Koksnes vērtības pazemināšanos var uzskatīt kā trupes izraisītos primāros zaudējumus, taču nedrīkst nenovērtēt arī sekundāros zaudējumus (jau minētās vējgāzes, kam seko koksnes kaitēkļu savairošanās), kā arī mežsaimniecisko pasākumu izmaksas trupes izplatības ierobežošanai un inficēto audžu atvēršanai.

Sakņu piepes bojājumu ierobežošanas iespējas

No sakņu trupes mežā nav iespējams izvairīties, bet ar to jāsamācās sadzīvot. Lai ierobežotu sakņu trupes izplatību nedrīkst veidot pārbiezinātas skujkoku audzes, jo jebkura mežsaimnieciskā darbība – retināšana, kopšanas cirte utt. ir saistīta ar stumbra, kā arī sakņu bojājumiem, turklāt palielinās svaigu celmu daudzums, kas viss kopā palielina infekcijas risku. Mežizstrādi ieteicams veikt ziemas mēnešos, jo tad pastāv minimāls risks sporu infekcijai. Mistrotās lapu koku – skujkoku audzēs trupes izplatība ir ievērojami zemāka. Sakņu trupe praktiski nav sastopama lapu koku tīraudzēs. Apmežošanai paredzētajās auglīgajās lauksaimniecības augsnēs, kas veicina trupes izplatību, ieteicams stādīt lapu kokus. Inficētās platībās jāizvāc ar trupi inficētās ciršanas atliekas un inficētos kokus. Jau inficētās platībās ir tikai divas trupes ierobežošanas iespējas: 1) koku sugu maiņa – skujkoku vietā stādīt lapu kokus vai 2) inficēto celmu izstrāde – šajā gadījumā papildus ieguvums būtu koksne ko var izmantot enerģētikas vajadzībām.

Kā jau minēts, viens no galvenajiem sēnes izplatības avotiem ir svaigi celmi. Vislielākās inficēšanās iespējas ar *H.annosum* saglabājas pirmajās dienās pēc ciršanas. Šajā laikā uz celmu virsmas ir piemēroti mitruma apstākļi sporu dīgšanai, turklāt vēlāk celmu virsmu kolonizē arī citas koksni noārdošas sēnes. Jau 50. gados Anglijā tika uzsākti pētījumi, lai nodrošinātu skujkoku celmu aizsardzību pret *H.annosum*. Šobrīd pasaulē celmu aizsardzībai tiek izmantoti gan ķīmiskie, gan bioloģiskie preparāti. Eiropā viens no plašāk izmantotajiem bioloģiskajiem preparātiem ir „Rotstop”, kas satur lielās pergamentsēnes

Phlebiopsis gigantea sporas. Šī sēne arī ir koksni noārdoša saprofitiska sēne, kas atšķirībā no *H.annosum* neapdraud augošus kokus. Ja svaigus celmus apstrādā ar *P.gigantea* sporu suspensiju, tad uz celmu virsmas attīstās *P.gigantea* micēlijs, kas nav bīstams dzīvjiem kokiem un neļauj attīstīties *H.annosum* sporām. Celmu apstrāde tiek veikta koka nozāģēšanas laikā un to nodrošina speciāls harvesteru aprīkojums. Tādās Eiropas valstīs kā Somija, Īrija, Lielbritānija, Polija, Norvēģija, Francija, Dānija un Zviedrija celmu apstrāde pēc kopšanas cirtes vai kailcirtes tiek veikta 90% no visas platības un 64% no minētajām platībām tiek apstrādātas ar *P.gigantea* saturošiem preparātiem. ES valstīs gadā investē ap 13 miljoniem eiro celmu apstrādei (ieskaitot ķīmisko apstrādi). Somijā un Polijā privātie mežu īpašnieki saņem subsīdijas, bet valsts mežos Dānijā, Lielbritānijā un Polijā celmu apstrāde ir obligāta, lai nodrošinātu veselu audžu īpatsvara palielināšanos nākotnē. No 2004. gada preparāts „Rotstop” ir reģistrēts lietošanai Igaunijā, bet no 2007. gada arī Latvijā. LVMI „Silava” veiktie pētījumi liecina, ka preparāta „Rotstop” efektivitāte Latvijā skujkoku audzēs ir 82 – 93%.

Preparāta efektivitāti lielā mērā ietekmē celmu apstrādes kvalitāte – vismaz 70% no celma virsmas jābūt apsmidzinātai ar preparātu un suspensijai jābūt pareizi uzglabātai. Dažkārt mežizstrādātāji un apsaimniekotāji nonāk konflikta situācijā – celmi mežizstrādes laikā ir vai nav apsmidzināti ar „Rotstop”. Attiecībā uz izvirzīto jautājumu var viennozīmīgi atbildēt; celmu apstrādes kvalitāti ir iespējams kontrolēt. Preparāts „Rotstop” satur tikai viena sēnes izolāta sporas. Laboratorijā, izdalot sēni no koksnes parauga, kas paņemts no „kontrolējamā celma” un salīdzinot šīs sēnes micēliju ar sēnes micēliju no preparāta „Rotstop” sastāvā esošās sēnes, ir iespējams konstatēt, vai abas sēnes pieder vai nepieder vienam genotipam, respektīvi, vai tās ir ģenētiski vienādas. Ja starp abiem analizējamajiem sēnes micēlijiem izveidojas demarkācijas līnija, tad no „kontrolējamā celma” izdalītā sēne nepieder „Rotstop” genotipam, un tas nozīmē, ka celms nav apstrādāts ar preparātu. Ja analizējamā sēne pieder „Rotstop” genotipam, tad starp abiem micēlijiem saskarsmes vietā neveidojas sabiezējums. Turklāt, ja uz „kontrolējamā celma” ir konstatēts arī *H.annosum*, tad, lai arī preparāts „Rotstop” ir lietots, celmu apstrāde nav bijusi kvalitatīva.

Pielietojot bioloģisko preparātu „Rotstop”, vidē nonāk liels daudzums ģenētiski viendabīgas sēnes *P.gigantea*, jo, kā jau minēts, „Rotstop” sastāvā ir tikai viens *P.gigantea* izolāts. Ilgtermiņā tas var negatīvi ietekmēt sēņu bioloģisko daudzveidību, tāpēc lietderīgi būtu izmantot bioloģiskos preparātus, kas satur dažādus „vietējos” sēnes *P.gigantea* izolātus. Pateicoties Meža attīstības fonda finansējumam, LVMI „Silava” tiek veikti pētījumi, lai

Latvijā atrastu efektīvākos *P.gigantea* izolātus un pārbaudītu to ietekmi uz *H.annosum* skujkoku celmos. Perspektīvā šie Latvijā ievāktie sēnes izolāti tiks izmantoti, lai ierobežotu *H.annosum* izplatību, neietekmējot bioloģisko daudzveidību, respektīvi, izslēdzot ģenētiski svešas *P.gigantea* nonākšanu meža bioģeocenozē.



1.attēls.



2.attēls.



3.attēls.



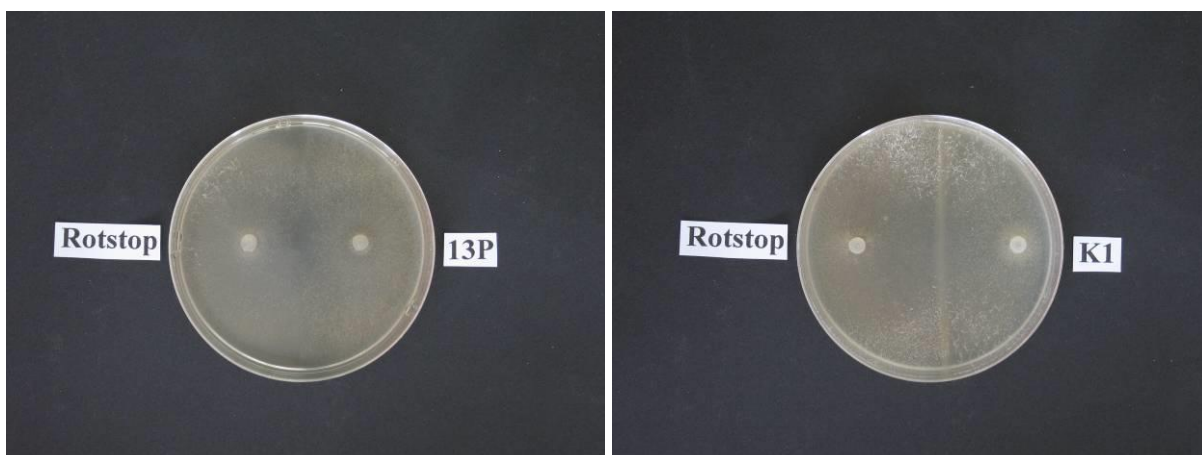
4.attēls.



5.attēls.



6.attēls.



7.attēls.

8.attēls

1.att. *Heterobasidion annosum* augļķermeņi uz izgāztas egles saknēm.

2.att. Sakņu piepes augļķermeņi parasti ir diezgan rūpīgi „paslēpušies” zem celmiem un mežā atstātiem sagatavotiem kokmateriāliem, taču labvēlīgos augšanas apstākļos tie mēdz „demonstrēt” arī piepēm raksturīgo formu – atliektu malu, kas veido cepurīti.

3.att. Uz mežā atstātiem sagatavotiem kokmateriāliem un lielu dimensiju ciršanas atliekām sakņu piepe veido klājeniskas formas augļķermeņus - tomēr tos var ieraudzīt tikai atstātos kokmateriālus apgriežot otrādi.

4.att. Ar sakņu trupi inficētā egles stumbrā sēnes micēlijs izplatās vairāku metru augstumā.

5.att. Lielās pergamentsēnes augļķermeņi ir bieži sastopami uz 1-2 gadus vecām cirmā atstātām mežizstrādes atliekām.

6.att. Ja celmi ir apstrādāti ar Lielās pergamentsēnes (*Phlebiopsis gigantea*) sporu suspensiju, tad uz nozāģētajām ripām var konstatēt sēnei raksturīgo brūno krāsojumu (pēc ripu apstrādes un inkubācijas laboratorijā).

7.att. Ģenētiski identiski izolāti. Secinājums: no celma izdalītais *P.gigantea* izolāts atbilst „Rotstop” sastāvā esošajam *P.gigantea* izolātam un tātad celmi ir apstrādāti ar „Rotstop”.

8.att. Ģenētiski atšķirīgi izolāti. Secinājums: celms nav apstrādāts ar „Rotstop” vai arī apstrāde nav bijusi kvalitatīva.

T. Gaitnieks, B. Stivriņa, K. Kenigsvalde

Trupējusi egles koksne kā sakņu trupes izplatību veicinošs faktors

Sakņu piepes jeb *Heterobasidion* spp. izraisītā sakņu trupe rada ievērojamus mežsaimnieciskos zaudējumus tieši egļu audzēs, jo egles stumbrā trupe var izplatīties vairāku metru augstumā, tādējādi sabojājot vērtīgāko lietkoksnis daļu. LVMI „Silava” veiktie pētījumi liecina, ka Latvijā vidēji 23% egļu ir trupējušas. Sakņu trupes izplatību veicina: 1) augoši, trupējuši koki, jo sēnes micēlijs no trupējušu koku saknēm var inficēt veselo koku saknes; 2) sporas, kuras izdala augļķermeņi. Tātad, lai ierobežotu trupes izplatību, veicot saimnieciskos pasākumus, svarīgi ir samazināt sēnes izdalīto sporu daudzumu. Sporas izdala sakņu piepes augļķermeņi, kas sastopami uz izgāztu egļu saknēm vai trupējušiem celmiem. Izdalīto sporu daudzums no liela *Heterobasidion annosum* augļķermeņa ir apmēram 29300 sporu uz vienu cm² stundā. Palielinoties attālumam no augļķermeņa, sporu daudzums strauji samazinās: 10 metru attālumā tas ir 440 sporu uz vienu cm² diennaktī, bet 100 metru attālumā 4 sporas uz vienu cm² diennaktī. Tomēr arī šāds sporu daudzums nopietni apdraud meža veselību, jo, kā liecina literatūras dati, sporas ar vēja palīdzību var tikt aiznestas 300 – 500 km tālu. Turklāt teorētiski pietiek ar 2 sporām, kas nokļūst uz vesela koka saknēm bojājuma vietās, lai koks tiktu inficēts un iespējams ietu bojā. Šāds inficēts koks sakņu kontaktu vietā var inficēt blakus esošos veselos kokus, tādējādi paplašinot inficētās platības robežas. Augļķermeņi sastopami arī uz trupējušām mežizstrādes atliekām. Ir veikts samērā maz pētījumu par augļķermeņu sastopamību uz trupējušas egles koksnes. Vācijā un Somijā ir analizēta augļķermeņu sastopamība uz mežizstrādes atliekām. Mežzinātnieki abās valstīs secinājuši, ka nav pieļaujama ar *H.annosum* inficētas koksnes atstāšana mežā. Mūsu pētījumos noskaidrots, ka 4 gadu laikā dažādos meža tipos uz vienu kubikmetru trupējušu mežizstrādes atlieku izveidojušos *H.annosum* augļķermeņu kopējais laukums ir 1672 – 7018 cm². Ir atrastas lielu dimensiju mežizstrādes atliekas (diametrs 28 – 36 cm, garums 296 – 300 cm), uz kurām sastopami 70 – 378 sēnes augļķermeņi. Kopējais augļķermeņu laukums uz vienas šādas atliekas pārsniedz 2000 cm². Taču arī tikai uz 36 cm garas mežizstrādes atliekas ar diametru 12,5 cm var atrast 10 *H.annosum* augļķermeņus, kuru kopējais laukums ir 118 cm². Lai novērtētu *H.annosum* augļķermeņu daudzumu uz izgāztām eglēm un egļu celmiem, tika apsekotas 100 egles un 83 celmi. Secināts, ka vairāk augļķermeņu sastopami uz izgāzto egļu stumbra (68% no kopējā uzmērīto augļķermeņu laukuma), salīdzinājumā ar izgāzto koku saknēm: 32%. Šie rezultāti atšķiras no līdzšinējiem literatūras datiem, kuros atzīmēts, ka vairums augļķermeņu atrodami uz izgāzto koku saknēm. Augļķermeņu kopējais laukums uz

analizētajiem kokiem bija ļoti atšķirīgs: 6 – 3309 cm². Vidējais *H.annosum* laukums uz viena koka stumbra bija 671 cm². Vairums no analizētajiem kokiem bija izgāzti 2005. gada vētrā, taču 13 koki bija izgāzti vismaz pirms 10 gadiem, jo tie bija ļoti stipri satrupējuši. Lai gan šādi koki ir nozīmīgi no meža bioloģiskās daudzveidības aspekta, tomēr mūsu iegūtie dati ļauj apgalvot, ka pat ļoti satrupējuši koki var veicināt *H.annosum* infekcijas izplatīšanos. Uz šāda „ekoloģiskā koka” ir atrasti sēnes *H.annosum* augļķermeņi, kuru kopējā virsma pārsniedz 2500 cm². Mūsu iegūtie rezultāti liecina, ka uz mežizstrādes atliekām labvēlīgos apstākļos, *H.annosum* augļķermeņi ļoti intensīvi veidojas jau otrajā gadā. Ja pieņemam, ka vairums *H.annosum* augļķermeņu uz izgāzta koka izveidojas trešajā gadā un, ja šāds „ekoloģiskais koks” ir atradies mežā vismaz 10 gadus, tad katrs cm² sēnes augļķermeņa 7 gadus veģetācijas periodā ir izdalījis vairākus miljonus sporu dienā. Tātad, šajā gadījumā meža īpašniekam jāpieņem lēmums atstāt vai neatstāt šādus kokus mežā, respektīvi, veicināt vai neveicināt trupes infekcijas izplatības risku. Novērtējot sēnes augļķermeņu sastopamību uz celmiem, konstatēts, ka sausos, smilšainos meža tipos augļķermeņi sastopami praktiski tikai uz daļēji izgāztiem vai salauztiem celmiem. Uz neizgāztiem celmiem augļķermeņi konstatēti tikai meža tipos ar bagātīgi attīstītu veģetāciju. Mūsu iegūtie dati liecina, ka perspektīvā, veicot celmu izstrādi ar sakņu piepi inficētās platībās, pirmkārt izstrāde jāveic vietās, kur sastopami daļēji izgāzti vai salauzti celmi. Protams, meža īpašniekam ir jā rūpējas arī par bioloģisko daudzveidību un, kā zināms, mirusi koksne ir neatņemama meža ekosistēmas sastāvdaļa. Tomēr, apzinot mežus kā mūsu Valsts resursus, mežā ir jāsaņemnieko tā, lai mūsu meži būtu ražīgi, kvalitatīvi un veselīgi. Tieši no šī aspekta, domājot par nākotnes mežiem, īpaši jau saistībā ar klimata izmaiņām pasaulē, rūpīgi ir jāizvērtē ar *H.annosum* inficētas egles koksnes loma meža ekosistēmā.



1. attēls.



2.attēls.



3.attēls.



4.attēls.



5.attēls.

1.attēls. Sēnes *Heterobasidion annosum* augļķermeņi uz trupējušas egles celma.

2.attēls. *Heterobasidion annosum* klājeniskās formas augļķermeņi uz izgāztas egles stumbra.

3.attēls. Uz izgāztas egles stumbra (diametrs krūšu augstumā 31 cm) var atrast 410 sakņu piepes augļķermeņu, kuru kopējais laukums ir 2435 cm²; augļķermeņi uz koka stumbra sastopami vairāk kā 5,5 metru „augstumā”.

4.attēls. Ļoti stipri satrupējusi egle, uz kuras atrasti 190 sakņu piepes augļķermeņi ar kopējo platību 2633 cm².

5.attēls. Šādi, daļēji izgāzti, trupējušu egļu celmi veicina *Heterobasidion annosum* attīstību.