

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

ZINĀTŅIETILPĪGĀ
LĪGUMDARBA

**SAKŅU TRUPES UZRAUDZĪBA UN IEROBEŽOŠANA
SKUJKOKU MEŽOS**

A T S K A I T E

Darba vadītājs: Dr. silv.

T. Gaitnieks

2007.

Saturs

Saturs	2
Kopsavilkums	3
1. Darba uzdevumi	5
2. Sakņu piepes sastopamības novērtējums MPS „Kalsnava” priežu ģeogrāfiskajās kultūrās	7
2.1. Metodika	7
2.2. Rezultāti	10
3. Kokaugu rezistences pētījumi pret inficēšanos ar sakņu piepi	16
4. Sakņu trupes izraisīto ekonomisko zaudējumu novērtējums (audžu vērtības pazemināšanās)	18
4.1. Rezultāti	22
5. <i>Heterobasidion annosum</i> izplatība koka stumbrā	25
6. <i>Heterobasidion annosum</i> augļķermeņu sastopamības novērtējums uz ciršanas atliekām	28
6.1. <i>Heterobasidion annosum</i> bioloģija	28
6.2. Inficēšanās process	30
6.3. Trupes radītie bojājumi un zaudējumi	32
6.4. Normatīvie akti par ciršanas atliekām un kritālām	32
6.5. <i>Heterobasidion annosum</i> izplatības pētījumi uz ciršanas atliekām Somijā un Vācijā	35
6.6. Materiāls un metodika	37
6.7. Lauka darbu metodika <i>H.annosum</i> augļķermeņu sastopamības novērtēšanai	37
6.8. Laboratorijas darbu metodika	39
6.9. Rezultāti un diskusija	42
7. Skujkoku audzes bijušajās lauksaimniecības zemēs	47
8. Secinājumi	50
9. Literatūras saraksts	51

Kopsavilkums

Projektā "Sakņu trupes uzraudzība un ierobežošana skujkoku mežos" (līguma Nr. 5.5.-5.1/12001/05/23) 2007. gadā bija paredzēti sekojoši darba uzdevumi:

1. MPS Kalsnava teritorijā ierīkoto priežu stādījumu (dažādas proveniences) apsekošana, lai noskaidrotu inficētības pakāpi ar sakņu piepi *Heterobasidion annosum*.
2. Dažādu koku sugu rezistences pētījumi pret inficēšanos ar *H. annosum* (S un P intersterilitātes grupa).
3. Sakņu trupes izraisīto ekonomisko zaudējumu novērtējums (pēc 2006. gadā izstrādātās darba izpildes metodikas) – 2006. gadā ievāktā empīriskā materiāla analīze.
4. *Heterobasidion annosum* izplatība koka stumbrā – trupējušo egļu stumbru analīze Ap, As, Dm un Vr meža tipos.
5. *Heterobasidion annosum* augļķermeņu sastopamības novērtējums uz ciršanas atliekām.
6. Apkopot informāciju (identificēt audžu atrašanās vietas) par LVM valdījumā esošajos mežos augošajām skujkoku audzēm, kas ierīkotas (ieaugušas) lauksaimniecības zemēs.

MPS Kalsnava 1975. gadā ierīkotajos eksperimentālajos stādījumos tika uzskaitīti 1877 augoši koki. Koksnes paraugi *H. annosum* izdalīšanai ievākti no 222 kalnušiem kokiem un celmiem. Secināts, ka visvairāk saglabājušos priežu raksturo Latvijas proveniences: vidēji 22.3% (pavisam tika pārbaudītas 23 proveniences). Novērtējot 8 Polijas proveniences, konstatēts, ka analizētajās parcelās vidēji saglabājušās 18.0% priežu. No salīdzinātajām 27 Vācijas proveniencēm augstākās vērtības uzrāda Neubrandenburg, Nedlitz un Gustrow proveniences: 20 % (vidēji saglabājušos priežu īpatsvars ir 15.7 %). Savukārt analizētajās Krievijas proveniencēs saglabājušos priežu īpatsvars ir vidēji tikai 4.2 %. Tika salīdzināta arī viena Ukrainas un viena Baltkrievijas proveniencē (izdzīvojušo priežu īpatsvars attiecīgi 4.2% un 23.8%).

MPS „Kalsnava” teritorijā ar *H. annosum* S un P grupas izolātiem tika inficētas 9 koku sugas: *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Larix* sp, lai pārbaudītu to rezistenci pret sakņu piepi. No katras koku sugas tika inficēti 40 koki (20 ar S grupu, 20 ar P grupu). 2009.gadā paredzēta inficēto koku analīze, lai novērtētu *H.annosum* attīstību koku stumbrā.

Lai novērtētu trapes izraisītos ekonomiskos zaudējumus egļu audzēs, tika izmantoti dati par bojāto egļu īpatsvaru 81 nogabalā Zemgales mežsaimniecībā, kā arī „LVM Mežs” sniegtie atbilstošo nogabalu taksācijas apraksti. Secināts, ka palielinoties trupējušo egļu īpatsvara vidējām vērtībām no 10 līdz 60%, zaudējumi (vērtības pazemināšanās) 4 – 21% (2005. gadā analizētajos objektos 7 līdz 25%). Pētījumu objektos E vidējam diametram mainoties no 20 līdz 36 cm, zaudējumi vidēji sasniedz 490 – 890 Ls/ ha (2005. gadā analizētajos objektos 335 - 1130 Ls/ ha). 2007.gadā analizētajos objektos, konstatēta būtiska sakarība starp koka diametru un trapes izplatības augstumu stumbrā [P = 0,0025].

Analizētajos parauglaukumos (Dms, Vr, As un Kp meža tipos) 3 - 4 gadu laikā pēc mežizstrādes uz 1 m³ trupējušas koksnes izveidojušos *H.annosum* augļķermeņu kopējais laukums ir 876 - 4445 cm³. Pavisam tika analizētas 180 ciršanas atliekas un uzmērīti 3140 *H.annosum* augļķermeņi.

Lai izdalītu skujkoku audzes uz lauksaimniecības zemēm, analizēts LVMI ”Silava” rīcībā esošais kartogrāfiskais materiāls (1926. – 1938.gads), un iegūtie materiāli salīdzināti ar mežaudžu plāniem, kas sastādīti pēc 2003.gada. Cēsu, Talsu un Tukuma rajonos pavisam tika izdalīti 35 nogabali.

1. Darba uzdevumi

Saskaņā ar projekta uzdevumu 2007. gadā (Vienošanās pie 2005.gada 10.maija līguma Nr. 5.5.-5.1/12001/05/23 Par pētniecības pakalpojumu sniegšanu) bija paredzēti sekojoši darba uzdevumi:

1. MPS „Kalsnava” teritorijā ierīkoto priežu stādījumu (dažādas proveniences) apsekošana, lai noskaidrotu inficētības pakāpi ar sakņu piepi *Heterobasidion annosum*;
 - 1.1. Izstrādāt metodiku lauku darbu veikšanai un iegūto datu kamerālai apstrādei;
 - 1.2. Priežu stādījumu apsekošana un datu ievākšana, saskaņā ar izstrādāto metodiku;
 - 1.3. Ievākto datu kamerāla apstrāde, saskaņā ar izstrādāto metodiku.
2. Dažādu koku sugu rezistences pētījumi pret inficēšanos ar *H. annosum* (S un P intersterilitātes grupa);
 - 2.1. Izstrādāt metodiku lauku darbu veikšanai un iegūto datu kamerālai apstrādei;
 - 2.2. Eksperimenta ierīkošana, saskaņā ar izstrādāto metodiku;
 - 2.3. Datu ievākšana eksperimenta rezultātu noskaidrošanai, saskaņā ar izstrādāto metodiku;
 - 2.4. Ievākto datu kamerāla apstrāde, saskaņā ar izstrādāto metodiku.
3. Sakņu trapes izraisīto ekonomisko zaudējumu novērtējums (pēc 2006. gadā izstrādātās darba izpildes metodikas) – 2006. gadā ievāktā empīriskā materiāla analīze.
4. *Heterobasidion annosum* izplatība koka stumbrā – trupējušo egļu stumbru analīze Ap, As, Dm un Vr meža tipos;
 - 4.1. Apzināt egļu audžu atrašanās vietas un atlasīt pētījuma ietvaros apsekojamās mežaudzes (Ziemeļlatgales, Vidusdaugavas, Zemgales un Ziemeļkurzemes mežsaimniecības);
 - 4.2. Pēc 2006.gadā izstrādātās darbu izpildes metodikas veikt stumbru analīzi un iegūto datu kamerālo apstrādi.

5. *Heterobasidion annosum* augļķermeņu sastopamības novērtējums uz ciršanas atliekām eitrofos nosusinātos meža tipos:
- 5.1. Izstrādāt metodiku lauka darbu veikšanai un iegūto datu kamerālai apstrādei;
 - 5.2. Apzināt skujkoku audžu/izcirtumu atrašanās vietas un atlasīt pētījuma ietvaros apsekojamās mežaudzes/izcirtumus (Ziemeļlatgales, Vidusdaugavas, Zemgales un Ziemeļkurzemes mežsaimniecības);
 - 5.3. Mežaudžu/izcirtumu apsekošana, datu ievākšana un to kamerāla apstrāde, saskaņā ar izstrādāto metodiku.
6. Apkopot informāciju (identificēt audžu atrašanās vietas) par LVM valdījumā esošajos mežos augošajām skujkoku audzēm, kas ierīkotas (ieaugušas) lauksaimniecības zemēs, laika posmā no divdesmitā gadsimta piecdesmitajiem gadiem līdz divdesmit pirmajam gadsimtam.

2. Sakņu piepes sastopamības novērtējums MPS „Kalsnava” priežu ģeogrāfiskajās kultūrās

MPS „Kalsnava” teritorijā tika analizēti 1975. gada eksperimentālie stādījumi (dažādu provenienču salīdzināšana). Stādījumu izvērtēšana veikta kopā ar Kari Korhonen (Somija).

2.1. Metodika

Katrā parcelā tiek uzskaitīti augošie koki, raksturojot to koordinātes, līdz 0.5m precizitātei. Saglabājušos koku skaits analizētajās parcelās bija ļoti atšķirīgs (3 – 31%) (skatīt 1.un 2. attēlu). Koku kartēšana nepieciešama, lai varētu salīdzināt *Heterobasidion annosum* izplatību dažādās parcelās (nosakot, vai izdalītais *H. annosum* pieder vienam genotipam).



1. attēls. 1975. gadā ierīkotās ģeogrāfiskās kultūras - Latvijas proveniences.



2. attēls. 1975. gadā ierīkotās ģeogrāfiskās kultūras - Krievijas proveniences.

Heterobasidion annosum klātbūtne tika konstatēta, novērtējot koku vainagu stāvokli, kā arī augļķermeņus pie stumbra sakņu kakla (skatīt 3. un 4. attēlu).

No kalnušajiem kokiem, kā arī celmiem, tiek paņemti koksnes paraugi (apmēram 3cm biezas ripas, iespējami tuvāk sakņu kaklam). Arī kalnušo koku un celmu koordinātes tiek atzīmētas, līdzīgi kā augošajiem kokiem. Koksnes paraugi, līdz laboratorijas analīžu veikšanai, tiek uzglabāti ledusskapī. Vēlākais, pēc divām dienām, koksnes paraugi tika nogādāti LVMI „Silava”, kur tika veikta paraugu turpmākā analīze.



3. attēls. Ar *H. annosum* inficēta priede. 4. attēls. *H. annosum* augļķermeņi.

Katru ripu nomizoja un mazgāja zem tekoša ūdens ar birstes palīdzību. Pēc tam ripu uz dažām minūtēm novietoja stāvus, lai notek ūdens. Tad ripu ievietoja polietilēna maisā, lai tā neizzūst. Lai maisā būtu gaisa cirkulācija, to neaizsēja. Maisus ar ripām stāvus novietoja kastēs un inkubēja 5-7 dienas istabas temperatūrā.

Pavisam tika ievākti 222 koksnes paraugi no kalnušiem kokiem un celmiem. Analizētās ripas vairumā gadījumu bija stipri sadalījušās (skatīt 5. attēlu).



5. attēls. Analizētās koksnes ripas dažādās sadalīšanās pakāpēs.

Pēc inkubācijas sekoja ripu analīze. Ripas izņēma no polietilēna maisiem. Pie ripas augšējās virsmas piestiprināja caurspīdīgu plēvi (A4 formāts, lielām ripām – A3 formāts) ar 1 x 1 cm tīklojumu. Tīklojumu uz plēves uznesa ar ūdensizturīgas krāsas marķiera palīdzību. Izmantojot *Leica* binokulāro mikroskopu MZ 7.5 (10 x 1,25 – 10 x 4,0), katru cm² sistemātiski pārbaudīja, lai konstatētu *H. annosum* konīdijas (skatīt 6. attēlu). Ripas tika analizētas divas reizes: pēc 10 un 15 dienām. Katrai ripai tika atzīmēta arī *Trihoderma* sp. un *Graphium* sp. klātbūtne.



6. attēls. *H. annosum* konīdijas (iedaļas vērtība 1mm).

Atrodot *H. annosum* konīdijas, tās tika izolētas Petri platēs uz sterilas iesala - agara barotnes.

Daļai koksnes paraugu tiks veiktas papildus analīzes, tāpēc no analizētajām ripām tika paņemti koksnes paraugi, kas tiks uzglabāti pie -16 °C.

2.2. Rezultāti

Uzskaitot augošos kokus, konstatēts, ka kopumā ierīkotajās ģeogrāfiskajās kultūrās saglabājušies 1877 koki. Palikušo koku īpatsvars procentos atspoguļots 1. tabulā.

1.tabula.

Priežu ģeogrāfisko kultūru novērtējums MPS"Kalsnava" (2007. gada augusts)

Variants		Atkārtojumi						Valsts	Augošie koki, %
		1	2	3	4	5	6		
		Augošie koki							
Neusterliz	138	3	3	7	8	10	1		15
Dippoldiswalde	139	6	4	3	4	4	0		10
Hagenow	140	7	5	6	9	8	1		17
Konigstein	141	6	5	5	5	6	6		16
Rathenow	142	7	5	4	1	5	4		12
Bad Berka	143	9	2	6	5	7	6		17
Mirow	144	5	7	6	7	6	9		19
Oraniendurg	145	6	4	6	6	11	5		18
Eibenstock	146	5	4	6	6	7	8		17
Neubrandenburg	147	7	6	8	6	8	6		20
Lobau	148	3	5	6	6	5	7		15
Nedlitz	149	9	7	8	3	10	4		20
Niesky	150	7	4	5	1		6		13
Rostock	151	7	11	5	8	6	8		21
Schleitz	152	8	6	3	3	4	7		15
Perleberg	153	4	6	3	4	5	3		12
Neuhaus	154	2	4	8	4	6	6		14
Gransee	155	5	5	8	5	8	5		17
Kyritz	156	7	5	5	1	6	9		16
Tharandt	157	5	5	6	6	6	3		15
Colbitz	158	9	6	4	4	6	8		18
Gustrow	159	8	9	10	4	5	6		20
Oelsnitz	160	6	4	7	6	5	8		17
Potsdam	161	2	5	10	5	7	6		17
Peitz	162	2	4	3	6	3	3		10
Jena	164	4	6	10	3	8	6		18
Kolpin	165	3	3	2	5	4	5	Dienvidvācija	10
Rychtal	130	4	6	6	3	5	1		12
Pokoj	131	4	5	6	6	3	4		13
Plaska	132	8	9	7	7	9	8		23

1. tabulas turpinājums.

Rospuda	133	7	6	4	5	8	6	Polija	17
Rytel	134	9	7	9	12	7	1		21
Supras'1	135	8	9	6	1	7	2		16
Taborz	136	8	8	12	9	10	4		24
Tarda	137	6	8	7	6	8	2		18
Ангасяк-2	125	0	2	3	0	1	0	Krievija	3
Мелекесс	126	3	0	1	0	4	2		5
Ангасяк-1	127	5	0	1	2	1	2		5
Киев	128	1	0	3	1	3	1	Ukraina	4
Борисов	129	5	9	12	5	8	11	Baltkrievija	24
Kalsnava	166	9	11	4	8	8	3	Latvija	20
Dobele	167	10	6	3	4	10	8		20
Rēzekne	168	9	4	4	10	10	9		22
Rīgas Jūrmala	169	8	7	9	3	10	5		20
Jaunjelgava	170	7	8	12		10	6		25
Krāslava	171	4	8	9	4	8	9		20
Priedaine	172	7	10	10	11	9	7		26
Silene	173	6	8	6	10	8	5		20
Smiltene	174	13	9	3	7	15	7		26
Cirgaļi	175	12	11	15	6	11	10		31
Strenči	176	7	13	8	8	7	4		22
Renda	177	9	9	10	5	10	8		24
Vārme	178	10	10	10	8	7	6		24
Padure	179	10	11	6	8	11	5		24
Zvirgzde	180	6	9	4	6	4	7		17
Misa	181	2	11	8	4	7	6		18
Krievupe	182	9	7	7	5	9	9		22
Smiltene*	183	9	8	11	11	9	8		27
Jēkabpils*	185	4	11	7	9	11	12		26
Tukums*	187	7	10	8	7	10	7		23
Kuldīga*	189	8	8	13	7	8	7		24
Inčukalns*	191	7	9	11	7	9	6		23
Kalsnava*	193	7	7	14	9	10	8		26

* - sēkļu plantācijas

Dispersijas analīzes dati liecina, ka atšķirības starp dažādu valstu proveniencēm ir būtiskas (skatīt 2. tabulu).

2. tabula.

Dispersijas analīzes tabula stādmateriāla izcelsmes novērtēšanai.

Izkliede	Kvadrātu summa	Brīvības pakāpe	Vidējais kvadrāts	F	P	F krit
Starp proveniencēm	2225	5	445,015	23,22	< 0.0001	2,533
Proveniencu ietvaros	574,8	30	19,1601			
Kopējā izkliede	2799,9	35				

Salīdzinot dažādas proveniencas, redzam, ka visvairāk palikušo priežu raksturo Latvijas proveniencas (vidēji 22,3%). Procentuāli vairāk koku konstatēts parcelās, kas raksturo Cīrgaļu stādāmo materiālu (31.0%). Novērtējot 8 Polijas proveniencas, secināts, ka analizētajās parcelās vidēji saglabājušās 18.0% priežu. No salīdzinātajām 27 Vācijas proveniencēm augstākās vērtības uzrāda Neubrandenburg, Nedlitz un Gustrow proveniencas: 20 % (vidēji saglabājušos priežu īpatsvars ir 15.7 %). Savukārt analizētajās Krievijas proveniencēs saglabājušos priežu īpatsvars ir vidēji 4.2 %. Tika salīdzināta arī viena Ukrainas un viena Baltkrievijas proveniencē (izdzīvojušo priežu īpatsvars attiecīgi 4.2% un 23.8%).

H. annosum tika izdalīts 13 analizētajās parcelās (skatīt 7. attēlu).

Vācijas un Polijas proveniencēm uzrādīti arī 1996.gadā uzmērītie saglabājušies koki (Jansons, Baumanis, 2005). Pēc uzskaites 1996. gadā stādījumos tika veikta retināšana.

1989.gadā veiktajos pētījumos konstatēts, ka ģeogrāfiskajās kultūrās ļoti plaši izplatīta sakņu piepe (Спальвиныйш, Ружа, Гоба 1989). Novērtējot *H.annosum* sastopamību Polijas proveniencēs, secināts, ka vairāk nokaltušo kociņu satopams parcelās, kur atzīmēta augstāka *H.annosum* infekcijas pakāpe (skat.3 tabulu).

V	143	144	145	148	146	147	142	141	150	128	185	144	173	161	177	136	VI
	166	167	168	169	170	171	172	173	155	125	189	141	169	158	179	133	
	157	155	161	164	165	162	160	158	152	132	193	145	172	162	176	138	
	182	185	188	191	183	187	189	193	154	127	182	147	168	165	180	142	
	132	125	131	126	130	127	129	128	153	131	187	142	171	160	181	135	
	181	179	177	175	180	178	176	174	151	130	191	146	167	157	174	139	
	133	136	139	170	138	134	137	135	156	126	188	148	170	164	178	137	
	149	151	150	155	150	152	154	156	149	129	183	143	166	159	175	134	
III	164	161	159	157	158	160	162	165	193	172	165	129	181	139	141	154	IV
	193	189	187	183	191	188	185	182	189	170	162	128	179	140	145	150	
	148	141	147	142	146	143	145	144	189	168	160	130	177	138	147	156	
	170	171	172	173	166	167	168	169	183	166	158	127	175	136	143	154	
	178	179	180	181	174	175	176	177	191	173	157	131	180	137	148	149	
	131	129	127	125	132	130	128	126	188	171	159	126	178	135	146	155	
	156	155	154	153	152	151	150	149	185	169	161	132	176	133	144	151	
	140	138	136	134	139	137	135	153	182	167	164	125	174	134	142	153	
I	182	183	185	187	188	189	191	193	132	140	148	156	165	173	181	193	II
	174	174	176	177	178	179	180	181	131	139	147	155	164	172	180	191	
	166	167	168	169	170	171	172	173	130	138	146	154	162	171	179	189	
	157	158	159	160	161	162	164	165	129	137	145	153	161	170	178	188	
	149	150	151	152	153	154	155	156	128	136	144	152	160	169	177	187	
	141	142	143	144	145	146	147	148	127	135	143	151	159	168	176	185	
	133	134	135	136	137	138	139	140	126	134	142	150	158	167	175	183	
	125	126	127	128	129	130	131	132	125	133	141	149	157	166	174	182	

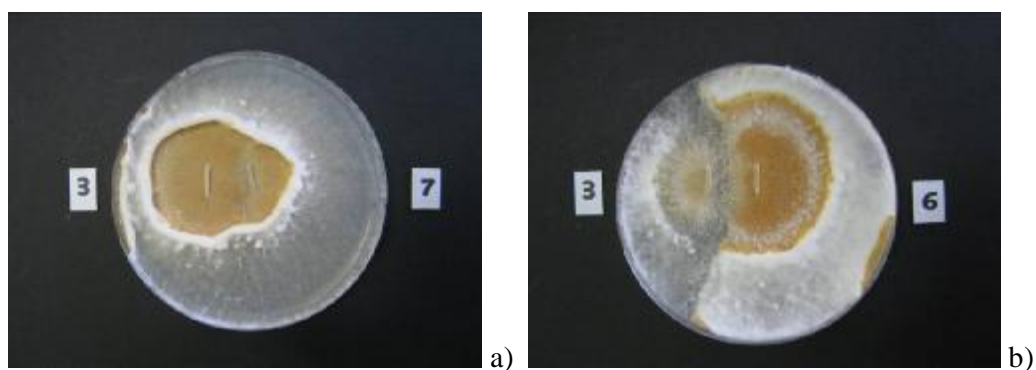
7. attēls. Eksperimentālo stādījumu shēma (iezīmētajās parcelās konstatēts *H. annosum*; ar vienādu krāsu iezīmētajās parcelās izdalītais *H. annosum* pieder vienam genotipam.

Saglabājušos koku daudzuma (%) novērtējums Polijas proveniencēs.

Variants	<i>H. annosum</i> sastopamības intensitāte %(1989)	Nokaltušie koki % (1989)	Augošie koki % (1996)	Augošie koki % (2007)
Rychtal	73	70	23	12
Pokoj	65	65	21	13
Plaska	46	38	41	23
Rospuda	50	50	30	17
Rytel	34	27	50	21
Supras'1	55	46	33	16
Taborz	46	39	47	24
Tarda	59	46	35	18

Iegūtie dati liecina, ka *H.annosum* infekcija arī nosaka saglabājušos koku īpatsvaru atsevišķās parcelās.

H. annosum no dažādiem koksnes paraugiem tika izolēts uz Petri platēm, lai novērtētu to piederību dažādiem genotipiem (skatīt 8. attēlu).



8. attēls. *H. annosum* izolātu salīdzinājums.

- a) Izolāti raksturo vienu genotipu;
- b) Izolāti raksturo atšķirīgus genotipus (izteikta demarkācijas līnija).

Izvērtējot izdalītos *H.annosum* genotipus, redzam, ka iezīmējas viena ļoti izteikta trupes ligzda, kuras diametrs ir lielāks par 80m (skat.7.attēlu – parcelas, kas iekrāsotas ar zaļo krāsu). Līdz šim literatūrā minētās lielākās trupes ligzdas diametrs ir 50 m (Woodward et al. 1998). Šī trupes ligzda visticamāk ir saglabājusies no iepriekšējās koku paaudzes (K.Korhonena komentārs). Visās pārējās parcelās izdalītie genotipi savā starpā atšķiras. Šajā gadījumā ir vairāki skaidrojumi *H.annosum* infekcijai:

- 1) Konstatētā *H.annosum* infekcija ir saglabājusies koku saknēs un celmos no iepriekšējās paaudzes;
- 2) Koku inficēšanās cēlonis ir svaigu celmu sporu infekcija (nozāģēti iepriekšējās ģenerācijas koki);
- 3) Stādīto koku infekcija (iespējams ar sporām - tomēr šis variants ir mazāk ticams).

Minētie skaidrojumi ir saskaņoti ar somu speciālistu Kari Korhonenu. Tomēr analizētā materiāls apjoms ir nepietiekams, lai varētu vispārināt iegūtos rezultātus.

3. Kokaugu rezistences pētījumi pret inficēšanos ar sakņu piepi

MPS „Kalsnava” teritorijā tika ierīkots eksperiments, lai novērtētu dažādu koku sugu rezistenci pret *H. annosum* S un P grupām. Eksperiments veikts sadarbojoties ar Zviedrijas Lauksaimniecības universitātes speciālistu Dr. Rimvys Vasaitis (skatīt 4. tabulu).

4. tabula.

Audzēs dažādu koku sugu rezistences pārbaudei (MPS „Kalsnavas” mežu novads).

N.p.k.	Koku suga	Kvartāls	Nogabals	Piezīmes
1	Priede	65	10	
2	Egle	60	10	
3	Bērzs	263	11	
4	Melnalksnis	263	11	
5	Osis	263	13	(paauga izcirtumā)
6	Ozols	222	13	
7	Baltalksnis	259	3	
8	Apse	244	15;16	(dabīga atjaunošanās)
9	Lapegle	251	11	(2.pak sēkļu plantācija VAS teritorija)

Mākslīgās inficēšanas eksperimentā tika izvēlētas 9 koku sugas: *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Larix* sp. Eksperimentā tika izmantoti veseli, apmēram 20 gadus veci koki. No katras sugas tika atlasīti 50 koki (40 kokus inokulācijai un 10 – kontrolei). Katrs koks tika numurēts (skatīt 9. attēlu).



9. attēls. Eksperimentālie parauglaukumi kokaugu rezistences pētījumiem.

Inokulācijai tika izmantoti divi *H. annosum* izolāti (R. Vasaitis; Zviedrija). 20 koki tika inficēti ar S grupu (izolāts: Rb175) un citi 20 koki ar P grupu (izolāts: 358). Inokulācijai izmantoti 2 cm gari urbumu serdeņi no veselām eglēm. Serdeņi tika iegūti ar Preslera urbi, 3 reizes autoklāvēti, uzlikti uz barotnes ar attiecīgo *H. annosum* izolātu un inkubēti 20° C 2-3 nedēļas. Kontroles kokiem tika izmantoti sterili koksnes serdeņi.

Koku stumbrā, tuvu pie pamata, izmantojot akumulatora urbi, tika veikti urbumi (aptuveni 5 cm dziļi) un urbumos ievietoti ar *H. annosum* inficēti serdeņi. Kontroles kokos tika ievietoti sterili koksnes serdeņi (skatīt 10. un 11. attēlu). Eksperimenta rezultāti tiks analizēti 2009. gadā.



10. attēls. Ar *H. annosum* inficēti koksnes serdeņi.



11. attēls. Inficētā materiāla ievietošana analizējamā kokā.

4. Sakņu trupes izraisīto ekonomisko zaudējumu novērtējums (audžu vērtības pazemināšanās)

Izejas dati:

- informācija par bojāto egļu īpatsvaru 81 nogabalā, kuros uzskaitē veikta 2006. gadā Zemgales mežsaimniecībā.
- "LVM Mežs" sniegtie atbilstošo nogabalu taksācijas aprakstu dati D, H, V, sastāva formula (skatīt 5. tabulu).

Aprēķini balstīti uz sekojošiem pieņēmumiem.

H_{trupes} audzē nav atkarīgs no koku $d_{1,3}$, t.i., visiem kokiem neatkarīgi no $d_{1,3}$ trupes augstums ir vienāds.

- Audzē trupējušajiem un veselajiem kokiem ir vienāds $d_{1,3}$.

- $H_{\text{trupes}} = f(D_{\text{tr celma}} \text{ augstumā aritmētiskā vidējais}),$
- Nav citu koksnes vainu.

Koku sadalījums pa caurmēra pakāpēm un augstumlīkne aprēķināta izmantojot Prof. R.Ozoliņa izstrādāto “Virtuālās dastlapas” prototipu.

Vērtības aprēķinātas tikai eglēm 2 variantos:

- Visas egles atbilst lietkoksnē kvalitātes prasībām;
- Trupes skartajām eglēm, trupējusi daļa atbilst malkas kvalitātes prasībām, pārējās; egles atbilst lietkoksnē kvalitātes prasībām;
- Cenas atbilstoši 2006.gadā ”LVM Mežs” sniegtajai informācijai par vidējām cenām.

5.tabula.

“LVM Mežs” izmantotie vienkāršotie koksnes kvalitātes indikatori.

	Resnā lietkoksne	Vidējā lietkoksne	Tievā lietkoksne	Malka
Garums, m	4,9	3,1	3,0	2,0
D tievgalī, cm	4	10	6	3
Ls/m ³	9.50	21.70	10.45	1

6. tabula.

Aprēķinos izmantoto audžu taksācijas rādītāji (tikai par E).

Ident. Nr.	MS	IEC	KV	NOG	Saimn darb.*	A	AAT	bon	d1	h1	g1	biez	Egles V m3/ ha	Trup. E īpatsvars %	h trupeī
1	Z	3	278	4	i	45	Vr	1	16	18	23	7	212	19	3.5
2	Z	3	281	13	i	67	Kp	1A	33	26	25	6	281.7	16	4.4
4	Z	3	289	9	i	67	Vr	1A	28	26	22	5	218.4	44	4.5
5	Z	3	318	16	i	40	Vr	1	16	15	22	7	185	27	3.3
6	Z	3	257	6	i	42	Vr	1A	19	20	21	6	216	25	3.7
7	Z	3	207	2	i	82	Dm	1	33	26	27	7	268	37	4.9
8	Z	3	201	7	i	131	Dm	1	44	31	27	6	307.2	42	5.0
9	Z	3	24	6	i	83	Vr	1	29	27	28	7	324	60	4.9
10	Z	3	73	9	i	51	Dm	1A	26	23	22	6	240	53	4.3
11	Z	3	74	11	k	72	As	1	25	23	28	7	253.6	34	4.6
12	Z	3	95	14	i	27	Dm	1A	17	15	17	6	131	17	3.2
13	Z	3	70	3	k	46	Dm	1	19	18	31	9	261	56	4.7
14	Z	3	70	2	k	41	Dm	2	14	15	24	8	202	52	3.8
15	Z	3	11	19	i	91	Dm	1	29	27	29	7	334.8	26	3.4
16	Z	3	353	12	i	117	Vr	1	37	29	29	7	268.8	37	4.5
17	Z	3	363	5	i	102	Vr	1	33	29	23	6	248.8	47	4.0
18	Z	3	22	6	k	142	Dm	2	41	29	12	3	134.4	47	5.2
20	Z	6	251	5	k	46	As	1	16	17	23	6	183.6	20	3.0
21	Z	6	268	14	i	62	As	2	18	20	36	10	298.4	22	4.1
22	Z	6	292	8	k	38	Vr	3	11	9	0	8	81	23	2.9
23	Z	6	331	10	k	67	Vr	2	22	20	21	6	220	23	3.2
24	Z	6	306	12	k	62	Vr	1	20	22	31	8	331	20	4.0
25	Z	6	309	3	i	91	Ks	1	33	26	31	8	340.2	34	4.5
26	Z	6	346	9	i	87	Ap	1	30	26	13	4	132.3	26	3.7
27	Z	6	243	11	k	67	Vr	1	23	24	25	6	241.6	23	3.1
28	Z	6	258	19	i	52	Vrs	2	17	17	25	8	197.6	28	4.0
29	Z	6	237	4	i	82	Dms	2	28	23	20	6	177.6	32	4.3
30	Z	6	233	23	i	82	Ks	1	30	24	22	6	256	18	3.8
31	Z	6	203	2	i	78	Vr	1A	30	27	25	6	322	21	4.5
32	Z	6	171	6	i	61	Ks	1	18	21	44	10	330.4	23	3.6
33	Z	6	165	4	k	45	Vr	1A	18	22	53	10	588	43	4.7
34	Z	6	141	13	k	36	Vrs	2	13	12	21	10	137.6	27	4.1
35	Z	6	84	12	i	82	Ks	1	29	24	26	7	244	13	3.7
36	Z	6	87	13	i	92	As	1	34	27	23	6	295	13	4.7
37	Z	6	42	12	i	77	Ks	1	32	26	23	6	197.4	32	4.1
38	Z	6	20	12	i	42	Vr	1	12	16	32	10	284	15	3.7
72	Z	1	125	17	k	45	Dms	2	15	16	33	10	292	35	4.3
73	Z	1	438	9	i	111	Vr	1	37	30	26	6	251.3	28	4.4
74	Z	1	494	15	i	121	Dm	2	35	27	23	6	153	32	4.2
75	Z	1	330	11	k	39	Dms	1A	23	19	27	7	207.2	13	3.8
76	Z	1	552	10	i	135	Dm	2	32	28	17	4	187.6	37	4.4
77	Z	1	442	23	i	111	Vr	1	40	30	30	7	335.2	45	5.0
78	Z	1	405	18	i	131	Vr	1	44	30	29	7	281.4	32	4.7
80	Z	1	489	11	k	132	Dm	2	34	28	23	6	300.8	38	4.7
81	Z	1	558	2	i	75	Dm	1A	30	29	26	6	285.6	33	4.2
82	Z	1	563	14	i	75	As	1	28	26	27	7	199.2	33	3.8
85	Z	2	211	6	i	56	Ks	1	23	22	24	6	255	18	3.8
86	Z	2	268	14	i	49	Gr	2	18	18	20	6	139.3	13	4.0

6. tabulas turpinājums

87	Z	2	319	10	k	59	Ap	1	22	22	22	6	196	40	3.7
89	Z	2	2	8	i	31	Vr	1	15	13	28	10	209	5	3.1
90	Z	2	286	11	i	71	Vr	1A	28	26	23	6	198.8	51	3.9
91	Z	2	20	17	i	86	Vrs	1	33	27	17	4	153.3	13	3.4
92	Z	2	420	10	i	51	Ap	1	20	20	18	5	135.1	8	4.0
94	Z	2	157	11	i	66	Dm	1	26	23	23	6	179.9	25	3.9
95	Z	2	108	25	i	71	Dm	1	26	23	27	7	144.5	30	3.4
96	Z	2	400	4	i	78	Vrs	1	29	26	29	7	242.2	13	3.5
97	Z	2	371	20	i	37	Vrs	2	12	13	14	6	99.2	15	3.4
98	Z	2	352	8	i	42	Ap	1	17	16	17	5	149	27	3.8
148	Z	5	203	4	k	67	Ks	2	26	20	22	6	188.8	2	3.0
149	Z	5	219	5	i		Vr	1	21	18	28	8	268	0	0.0
151	Z	5	245	19	k	92	Dm	1	30	28	26	6	310.5	38	4.4
152	Z	5	198	3	k	81	Vr	1	28	24	7	2	78.3	48	3.7
153	Z	5	371	21	k	70	Kp	1	24	22	31	8	321.3	12	3.8
154	Z	5	342	25	i	90	Vr	1A	32	30	27	6	336.6	20	4.2
155	Z	5	295	19	k	66	Vr	1A	28	26	42	10	405.6	11	3.4
156	Z	5	109	1	i	96	Vr	1A	40	31	18	4	234.9	32	4.7
157	Z	5	110	20	k	39	Ap	1A	16	17	26	7	212.4	2	4.8
158	Z	5	20	17	i	63	Vr	1A	29	27	27	7	313.6	13	3.2
159	Z	5	23	20	i	68	As	1	22	22	23	6	202.4	18	4.0
161	Z	7	136	30	k	71	Gr	1A	29	26	30	7	341.1	11	4.8
162	Z	7	172	29	k	37	Dm	1	17	16	32	10	288	60	3.9
163	Z	7	171	9	k	95	Dm	1A	34	30	27	6	378	83	5.2
164	Z	7	171	2	k	105	Dm	1A	40	32	31	7	410.4	52	6.3
165	Z	7	182	17	k	72	Vr	1A	30	30	34	8	386.4	3	3.0
167	Z	7	169	9	k	55	Nd	4	12	12	17	6	117	3	3.1
168	Z	7	150	16	k	65	Gr	1	23	22	41	10	439	13	3.7
169	Z	7	91	2	i	95	Gr	1	34	28	27	7	204.6	33	4.1
170	Z	7	38	6	k	60	Vrs	1	22	20	17	5	170	11	3.3
171	Z	7	45	2	i	94	Vr	1	32	26	8	2	91.8	22	3.9
172	Z	7	29	13	k	52	Vr	1	17	19	26	8	256	7	3.0
173	Z	7	28	13	i	42	Vr	1A	17	19	31	9	310	1	3.3

* i- izcirtums

k- kailcirte

Lai audzē noteiktu vidējo trupes izplatīšanās augstumu stumbrā, izmanta pētījuma gaitā atrastā sakarība starp trupes augstumu un trupes diametru (cm) uz celma 3 pētījumu objektos:

$$y = 0,9302x^{0,5822},$$

kur

y – trupes augstums;

x – trupes diametrs uz celma, cm.

4.1. Rezultāti

Katrai no analizētajām 81 audzēm (A/S LVM izsniegtā informācija) tika aprēķinātas vērtības (Ls/ha un %) starp „veselām” un „bojātām” audzēm (skatīt 7. tabulu).

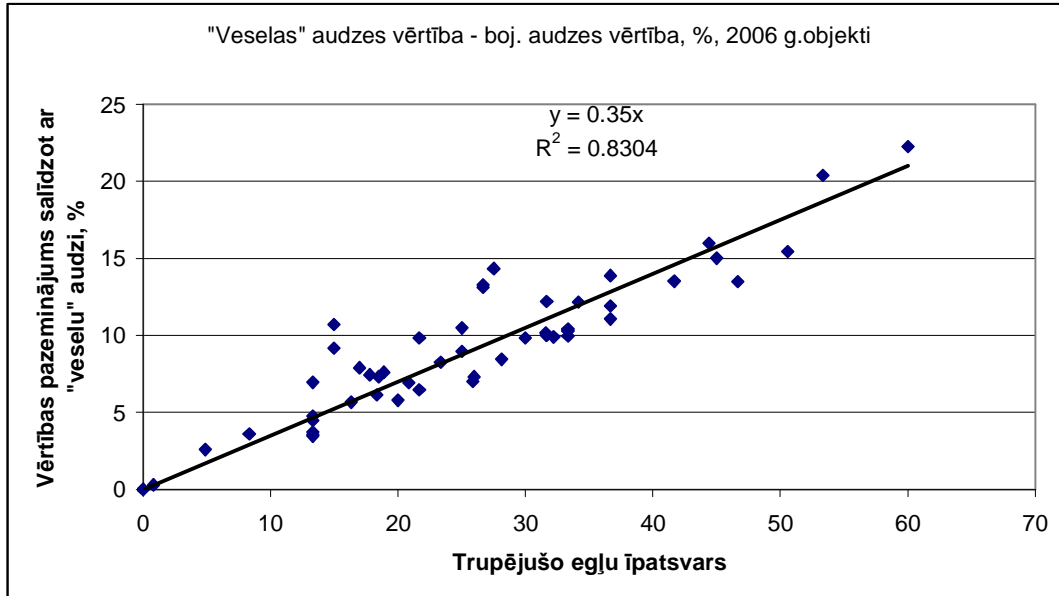
7.tabula.

Starpība starp „veselo” un „bojāto” audžu aprēķinātajām vērtībām Ls / ha un % 2006.g.

	Izcirtumi Ls/ha	Izcirtumi %	Kopšana Ls/ha	Kopšana %	Kopā Ls/ha	Kopā %
Vid. aritmētiskais	664	9.3	897	12.3	750	10.4
MAX	2349	22.3	3710	32	3710	32
MIN	0	0	29	0.5	0	0
Standartnovirze	461	4.5	935	9.6	680	6.9
Skaitis	51	51	30	30	81	81
Standartklūda	65	0.66	20.06	2.19	64.50	0.65

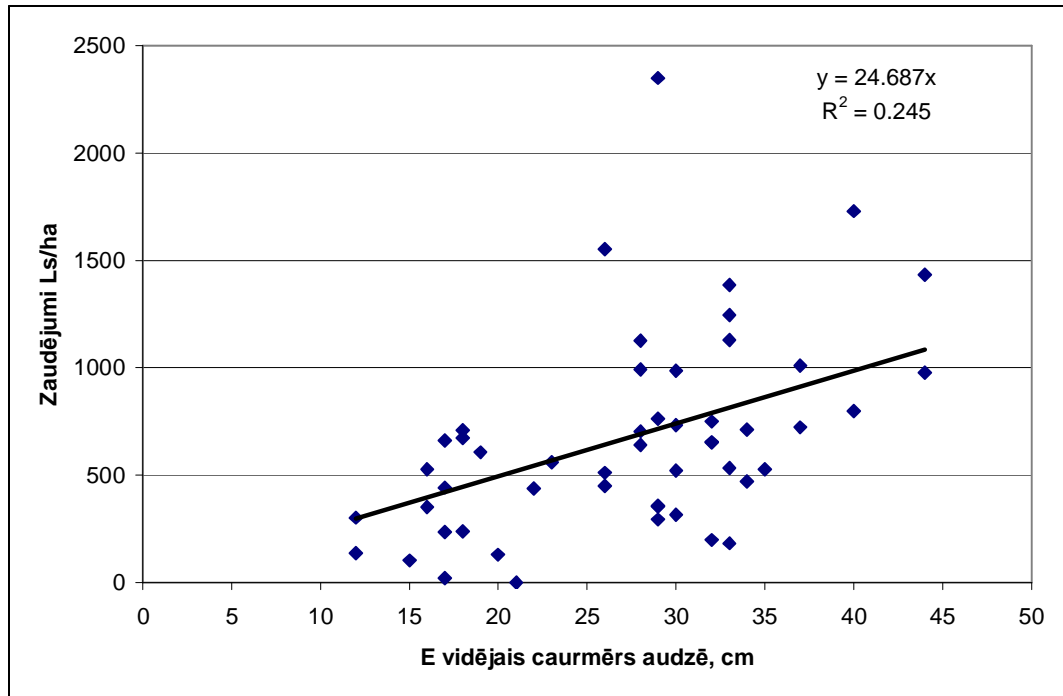
Iepriekš tika konstatēts, ka zaudējumi izcirtumos 2005.g. objektos vidēji sastāda 765 Ls/ha, bet nogabalos, kur veiktas kopšanas cirtes potenciālais tiešo zaudējumu apjoms ir 54 Ls/ha (jāpiezīmē, ka standartnovirze ir Ls 63. 45, kas nozīmē, ka sadalījums ir asimetrisks). 2006. g. „izcirtumu” objektos konstatēta līdzīga sakarība, bet kopšanas ciršu objektos situācija ir ievērojami citādāka – vidējais potenciālo tiešo zaudējumu apjoms ir 897 Ls/ ha un pat pārsniedz zaudējumu apjomu izcirtumos. Kopšanas ciršu gadījumā bojājuma apjoms tiek attiecināts arī uz palikušo audzes daļu, tādēļ tas gluži nav tiešo zaudējumu apjoms, bet gan tikai potenciālais tiešo zaudējumu apjoms.

Novērtējot zaudējumus kailcirtēs, secināts, ka 2005. g. apsekotajos objektos palielinoties trupējušo egļu īpatsvara vidējām vērtībām no 10 līdz 60%, zaudējumi (vērtības pazemināšanās) mainās no 7 līdz 25%, un arī 2006. g. objektos, konstatēta līdzīga sakarība (skatīt 12. attēlu) attiecīgi no 4 līdz 21%.



12. attēls. Audzes zaudējumi % kailcirtēs atkarībā no trupējušo egļu īpatsvara audzē 2006.g. dati

Aprēķinot zaudējumus kailcirtēs atkarībā no egles vidējā aritmētiskā caurmēra audzē, secināts, ka pētījumu objektos E vidējam diametram mainoties no 20 līdz 36 cm, vidēji zaudējumi sasniedz 335 - 1130 Ls/ ha 2005.g. objektos un no 490Ls/ha līdz Ls 890Ls/ha (skatīt 13. attēlu). 2006.g. objektos.



13.attēls. Audzes zaudējumi kailcirtēs Ls/ha atkarībā no egles vidēji aritmētiskā caurmēra audzē

Būtiski norādīt, ka ekonomisko zaudējumu precizēšanai nepieciešama dastlapu analīze, lai samazinātu pieņēmumu skaitu, kā arī, lai novērtētu egļu II stāva lomu trapes izraisīto ekonomisko zaudējumu aprēķinos, tomēr arī šajā gadā šāda informācija objektīvu iemeslu dēļ nebija pieejama.

5. *Heteobasidion annosum* izplatība koka stumbrā

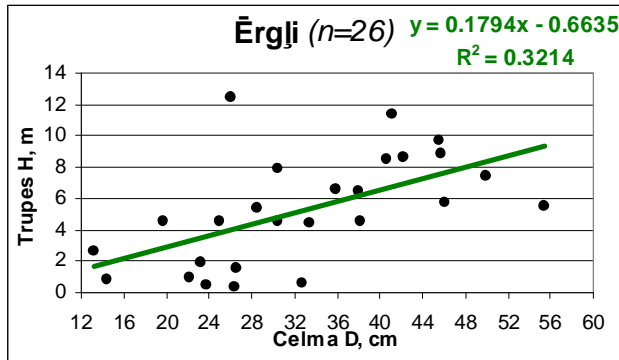
Empīriskais materiāls tika ievākts Vidusdaugavas mežsaimniecībā Kokneses iecirknī (71.kvartāls, 2. nogabals platība 3.2 ha. MAAT - damaksnis (Dm); audzes sastāva formula: 8E 2B 96+P atsOz 91; bonitāte 1). Pavisam tika nozāģēti 26 koki, lai noteiktu trupes izplatīšanās augstumu egles stumbrā (skatīt 14. attēlu).



14.attēls. Trupes izplatības novērtējums.

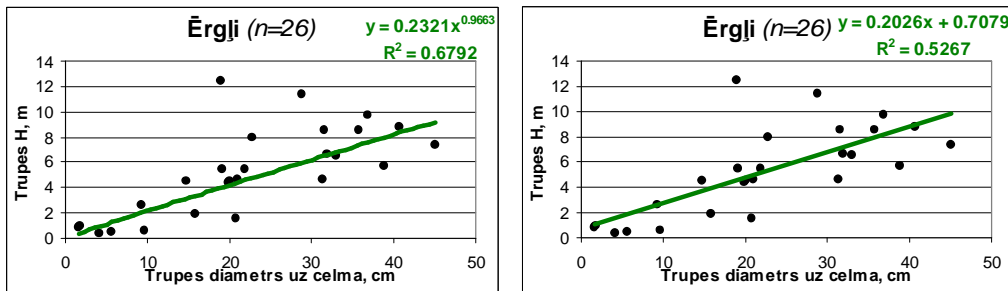
Uzskata, ka egles stumbrā trupes inficētās daļas augstums ir 19...25 reizes lielāks, salīdzinot ar celma trupējušās daļas diametru (Zycha et al. 1970; Kallio and Tamminen, 1974; Perrin and Delatour, 1976; Tamminen, 1985). Apsekotajā objektā šī attiecība ir $24,7 \pm 2,7$.

Atšķirībā no iepriekšējā gadā analizētajiem objektiem (Misā un Skrīveros), šā gada objektā (Ērgļos) tika konstatēta būtiska sakarība starp trupes augstumu stumbrā un koka celma caurmēru (p-vērtība 0,0025). Tas varētu būt skaidrojams ar *H.annosum* infekcijas vienlaicīgu izplatību 2006.gadā analizētajos objektos. Šādam skaidrojumam piekrīt arī somu speciālists K.Korhonen. Korelācijas koeficients šai sakarībai ir $R=0,5670$ (skatīt 15. attēlu).



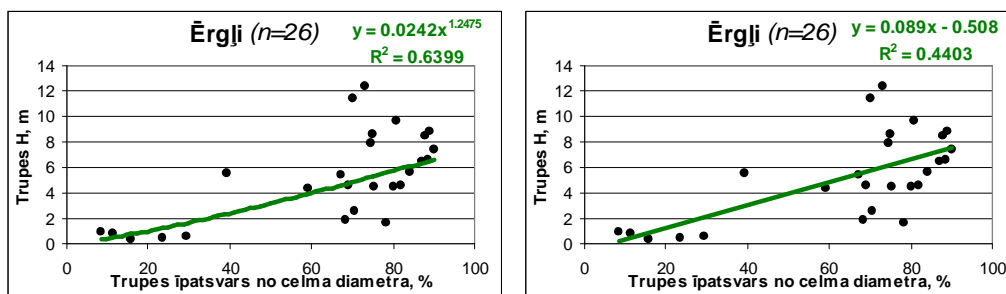
15. attēls. Trupes augstums stumbrā atkarībā no trupējušo koku celma caurmēra.

Daudz ciešāka korelācija tika konstatēta sakarībai starp trupes augstumu stumbrā un trupes diametru uz celma (skatīt 16. attēlu). Korelācijas koeficients šai sakarībai ir $R=0,8241$. Šo abu faktoru mijiedarbību ciešāk izskaidro pakāpes funkcija nevis lineārā, determinācijas koeficienti (R^2) attiecīgi ir 0,6792 un 0,5267.



16. attēls. Trupes augstums stumbrā atkarībā no trupes diametra uz celma.

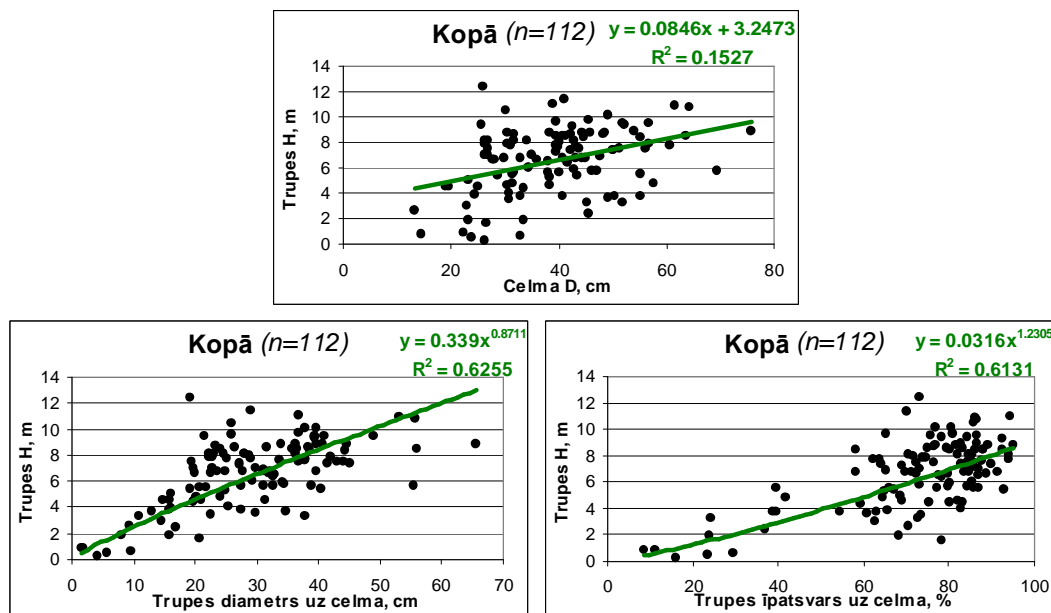
Līdzīgi ciešu korelāciju uzrāda arī sakarība starp trupes augstumu stumbrā un trupes caurmēru uz celma izteiktu procentos no celma diametra (skatīt 17. attēlu), attiecīgi pakāpes funkcijas korelācijas koeficients R ir 0,7999.



17. attēls. Trupes augstums atkarībā no trupes diametra uz celma procentos

Līdzīgi kā iepriekšējā gadījumā determinācijas koeficients (R^2) augstāks ir pakāpes funkcija nevis lineārajai – attiecīgi 0,6399 un 0,4403.

Sakarības ir līdzīgas, ja analizē iekļauj arī pagājušajā gadā Skrīveros un Misā iegūtos datus (skatīt 18. attēlu).



18. attēls. Trupes augstums stumbrā atkarībā no trupējušo koku celma caurmēra, trupes caurmēra uz celma un trupes īpatsvara uz celma.

Visciešākā sakarība ir pakāpes funkcijai starp trupes augstumu stumbrā un trupes caurmēru uz celma, šīs funkcijas determinācijas koeficients attiecīgi ir 0,6255. Gandrīz tikpat cieša sakarība ir arī starp trupes augstumu stumbrā un trupes īpatsvaru uz celma (R^2

= 0,6131). Līdzīgi kā iepriekš abām šīm sakarībām korelācijas koeficienti uzrāda augstākas vērtības izmantojot pakāpes nevis lineāro funkciju.

Bet starp trupes augstumu stumbrā un celma diametru ir vāja korelācija ($R^2 = 0,1527$).

6. Heterobasidion annosum augļķermeņu sastopamības novērtējums uz ciršanas atliekām

6.1. Heretobasidoin annosum bioloģija

Sakņu piepe *Heretobasidoin annosum* (Fr.) Bref. ir koksnes trupi izraisošā sēne. Tā inficē pamatā skuju kokus– egli (*Picea abies* (L.) Karst) un priedi (*Pinus sylvestris* L.), taču tā var būt sastopama arī tādiem lapu kokiem kā bērzs (galvenokārt āra bērzs (*Betula pendula* Roth.), pīlādzis (*Sorbus aucuparia* L.) apse (*Populus tremula* L.), baltalksnis (*Alnus incana* (L.) Moench). Sēne inficē arī kadiķi (*Juniperus communis* L.) un sila virsi (*Calluna vulgaris* (L.) Hull). Ziemeļamerikā sēne izplatās arī citos kokos - duglāzijās, sausseržos, papelēs, liellapu kļavās, vībotnēs (Morrison et al. 2007).

Tā ir izplatīta galvenokārt Ziemeļpuslodē esošo valstu mežos, piemēram, visās Skandināvijas valstīs, Krievijā, Vācijas rietumos.

Heretobasidoin annosum veido daudzgadīgus, cietus augļķermeņus. Augļķermeņi ir nenoteiktas formas, asimetriski un salīdzinoši līdzenu virsmu pirmajos attīstības gados. Vēlāk virsma kļūst nevienmērīga, daudzslāņainas struktūras, kam iemesls ir sēnes augšana vairākos slāņos, t.i. – sakņu piepes jaunais augļķermenis veidojas virsū vecajam, pārklājot tā sporolējošo virsmu. Līdz ar to mainās arī krāsa – jauniem augļķermeņiem tā ir izteikti balta, kam šķietama pat zilgana nokrāsa, taču tā paša attīstības gada beigās krāsa kļūst brūngana, līdz tumši brūnai. Daudzgadīgiem augļķermeņiem ir iespējama melni brūna krāsa, kas veidojusies novecošanas procesā un galvenokārt meteoroloģisko apstākļu

ietekmē - radiācija, vējš, lietus un sniegs. Tumšais krāsojums saglabājas līdz augļķermeņa trūdēšanai.

Augļķermeņu izmēri ir ļoti variabli. Jaunas, tikko augļķermeni izveidojušas sēnes ir gandrīz nesaskatāmas – 0,01cm² lielas; tām pieaugot, augļķermenis stipri izplešas un var noklāt koksnes virsmu vairāku desmitu kvadrācentimetru laukumā.

Vidēja vecuma sēnes biezums ir ap 3,5cm (Korhonen, Stenlid 1998). Vietās, kur augļķermenis parazitē uz pussfēriskas vai izteikti reljefainas koka daļas virsmas – saknes daļas, celma, nevienmērīgi nocirsta baļķa stūra - tas var veidot biezāku klājumu, kur izteiktāka un uz augšu vairāk vērsta parādās augļķermeņa virspuse.

Sakņu piepe augļķermeņus veido rudens sākumā – septembrī vai oktobrī. Ziemas sākumā augļķermeņi jau sāk dzeltēt atkarībā no tā, kādos apstākļos augusi sēne.

Heretobasidoi annosum attīstās uz koka saknēm, celmiem un stumbriem. Augļķermeņu daudzums, novietojums, krāsa un izmēri uz kritālām un ciršanas atliekām ir atkarīgi no tādiem faktoriem kā augsnes sastāvs, koksnes gabala atrašanās pozīcija, virsmas saskare ar augsni, koksnes gabala vecums (Schütt, Schuck 1979).

Heretobasidoi annosum vairojās divējādi – dzimumiski, veidojot bazīdijsporas, un bezdzimumiski. Bazīdijsporas ir apaļas vai ovālveidīgas diametrā 4 - 5µm lielas vairošanās šūnas. Bezdzimumiski vairošanās notiek ar konīdijsporām - vairošanās šūnas, kuru virsma, salīdzinoši ar bazīdijsporām, ir pilnīgi gluda (Redfern, Stenlid 1998).

Konīdijsporu izmēri - 4.8-6.6 x 3,6-5,0µm diametrā (Breitenbach, Kränzlin 1986).

Konīdijsporas uz mežā atstātiem celmiem satopamas ļoti reti, taču tās ir fiksētas vaboļu izgrauztajās ejās koku stumbros un citos zem mizas izveidotos caurumos. Dažreiz tās var arī atrast uz inficēto koku saknēm. Tomēr to loma sēnes attīstības procesā ir daudz nenozīmīgāka un bazīdijsporu veidošana ir dominējošais vairošanās tips (Redfern, Stenlid 1998).

6.2. Inficēšanās process

Heretobasidoin annosum var izplatīties divos veidos: augļķermeņa sporolējošās virsmas izsējas laikā; sēnes micēlija saskarē ar veselo koku (inficētā koka saknes saskaras ar veselā koka saknēm).

Ja sakņu piepes infekcija parādās līdz šim veselā koku audzē, tad varbūtība, ka tā izplatījusies sporu veidā ir daudz lielāka par sakņu sistēmas inficēšanas veidu. Parasti micēlija izplatība, izmantojot sakņu substrātu, notiek iepriekš inficētās vietās, kur viens inficēts koks vai kritala laika gaitā var ierosināt saslimšanu visai audzei. Labvēlīgos apstākļos sēne attīstās ļoti strauji.

Katrs sēnes augļķermenis, veido sporolējošo virsmu jeb himenoforu - bazīdijsēņu augļķermeņa daļa, kurā veidojās bazīdijsporas (skatīt 19.attēlu).



19.attēls. *H. annosum* sporolējošā virsma.

Augļķermenis 99% gadījumā veidotās sporas var izplatīt maksimāli 100m rādiusā no savas atrašanās vietas (Möykkynen et al. 1997). Tas nozīmē, ka lielākā daļa sporu, kas atrodamas gaisā, sasniedz šādu attālumu, neņemot vērā izplatīšanās iespēju, ko var radīt, piemēram, vēja virziens vai brāzmainums. Taču literatūrā ir norādes par daudz lielāku sporu izsējas attālumu. Ar vēju sporas tiek aiznestas pat 300km tālu no sava augļķermeņa un *H. annosum* infekcijas ligzdas (Redfern, Stenlid 1998).

Pasaulē dažādi pētnieki savās publikācijās *Heretobasidoin annosum* augļķermeņa veidoto bazīdijsporu daudzumu norāda atšķirīgu. Atsaucoties uz 1997.gada Somijā izdoto publikāciju, 1cm² augļķermeņa virsmas 24 stundu ilgā eksperimentā producē 350000 –

151000 sporu stundas laikā; tātad vidēji apmēram 6012000 sporas diennaktī (Möykkynen et al. 1997).

1974.gada Amerikā izdotā žurnāla „Mycologia” septembra – oktobra numurā tiek norādīts 586000 sporu liels daudzums no 1cm² stundas laikā, t.i. – 14064000 sporas diennaktī (Rickett, Kramer 1974).

Baltkrievijā veiktajos pētījumos 1cm² sporulējošās augļķermeņa virsmas stundas laikā veido apmēram 2,1 – 2,5 miljonu sporu, jeb 50 – 60 miljonus dienā (Fedorov, Staichenko 1970).

Heretobasidoin annosum ārkārtīgi produktīvi veido savus augļķermeņus un attīstās mežu kopšanas cirtēs, kur koka stumbrs tiek izvests, taču paliek svaigi cirstie celmi. Celmi ir ideāla sakņu piepes attīstības vieta, kur lokalizējas spora un uzsāk attīstību. Spora iesējas celma virsējā slānī, pēc iespējas tuvāk mizai, kolonizē tā virszemes daļu un sakņu sistēmu un micēlijs viegli turpina izplatīties pa sānu saknēm (Redfern, Stenlid 1998). Galvenais nosacījums infekcijas izplatībā, izmantojot saknes, ir ciešs kontakts starp inficētā un veselā koka sakņu daļām. (Stenlid, Redfern 1998).

Citu autoru pētījumos secināts, ka sakņu piepe ir spējīga attīstīties arī no augsnes substrāta, taču šim procesam ir absolūti nepieciešams kokauga audu mehānisks bojājums, lai *Heterobasidion annosum* spētu inficēt koku. Tādējādi inficēšanās procesu ar koka audu mehānisku bojājumu palīdzību nepieskaita sakņu piepes aktuālākajiem izplatības veidiem. Iespēja, ka vairākiem savā starpā nesaistītiem kokiem šādi attīstīsies infekcija, ir salīdzinoši neliela. (Redfern, Stenlid 1998).

Reģionos ar krasām sezonālām temperatūras amplitūdām ziemā un vasarā kā Skandināvijas valstīs un Dienvidamerikā, celmu inficēšanas biežums ar sakņu piepi ir samazināts. Pie gaisa temperatūras, kas augstāka par 35 - 40°C sēnes micēlijs nav spējīgs izdzīvot (Redfern, Stenlid 1998). Pie 45°C lielas temperatūras 1 stundas laikā celma substrātā savu eksistenci pārtrauc arī bazīdijsporas un konīdijas. Intensīvākā inficēšanās ar sakņu trupi notiek, kad diennakts vidējā temperatūra ir virs 5°C, jo tā ir optimāla temperatūra priekš *H. annosum* bazīdijsporu veidošanās.

Tā kā Latvijā klimats ir mēreni silts un gaisa temperatūra vasarā ļoti reti sasniedz 35°C, tad sakņu piepes izplatība Latvijā ir neierobežota.

6.3. Trupes radītie bojājumi un zaudējumi

Sakņu piepe var radīt ievērojamus zaudējumus mežsaimniecībai. Lai gan bieži vien ar sakņu piepi inficēts koks izskatās pilnīgi vesels, sagraudā koksnes daļa ir rūpnieciski nevērtīga un būvniecībā neizmantojama.

Organisma pašsaglabāšanās funkcijas dēļ, ar sakņu piepi inficētais koks visas enerģētiskās rezerves nodod aizsardzības mehānismiem cīņā ar infekciju, tādējādi arī nepieaug koka biomasa. Zviedrijā 5 gadu pētījuma periodā noskaidrots, ka nopietni bojāto egļu caurmēra pieauguma zudums 1,3 m augstumā vidēji ir 9 %. Egļu caurmēra pieauguma samazinājums par 70 % palielina ekonomisko zaudējumu apjomu, kas aprēķināts, analizējot koksnes kvalitātes pazemināšanos (Stenlid, Redfern 1998).

6.4. Normatīvie akti par ciršanas atliekām un kritalām

Sugu daudzveidības saglabāšanas nolūkā Latvijā pastāv daudz noteikumu, kas ierobežo mirušo koku, baļķu un kritalu izvākšanu no meža. Tas nodrošina sakņu piepes attīstībai auglīgu substrātu.

Iespējams, ciršanas atliekās kopā ar sakņu piepi var attīstīties kāds aizsargājams kukainis vai aizsargājams augs. No šī aspekta aplūkojot ciršanas atlieku esamību mežā, ir vairāk nekā nepieciešams atliekas saglabāt. Starp sēni un aizsargājamo augu lielākoties veidojas abpusēji neitrālas attiecības, kur abi organismi spēj sadzīvojot, izmantojot koksnes gabalu kā substrātu savai eksistencei.

Tomēr gadījumā, ja ciršanas atliekas apalūkojam kā mājvietu mežā satopamajai faunai un flori, atstāt ciršanas atliekas kokaudzē ir risks infekcijas izplatības sākumam, ko nodrošina *H. annosum* augļķermeņu sporu izplatība.

Sakņu trupes ligzdās skuju koku audzēs ieviešas lapu koki, kas nodrošina papildus barības bāzi medību faunai. Nokaltušie koki arī veicina dobumperētāju putnu populāciju attīstību. Tomēr pretstatā šiem „ieguvumiem” jānostāda trupes izraisītie ekonomiskie zaudējumi, lai novērtētu, kāds daudzums trupējušas koksnes atstājams mežā.

Normatīvajos aktos par ciršanas atliekām un kritalām tiek regulēta darbība gan bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanā, gan meža aizsardzības un atjaunošanas saglabāšanā.

Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi, kas paredz ciršanas atlieku un kritalu saglabāšanu, ar sekojošajiem punktiem ir šādi:

1) 2003.gada 22.jūlija Ministru kabineta noteikumu Nr. 415 „Īpaši aizsargājamo dabas teritoriju vispārīgie aizsardzības un izmantošanas noteikumi”

Izdoti saskaņā ar likuma "Par īpaši aizsargājamām dabas teritorijām" [14.panta otro daļu](#) un [16.pantu](#):

16. Dabas liegumu teritorijā aizliegts:

16.13. cirst nokaltušus kokus un izvākt kritušus kokus, kritalas vai to daļas, kuru diametrs resnākajā vietā ir lielāks par 25cm, izņemot bīstamo koku novākšanu;

2) 2001.gada 8.maija Ministru kabineta noteikumi nr. 189.

„Dabas aizsardzības noteikumi meža apsaimniekošanā”

Izdoti saskaņā ar [Meža likuma 13.pantu](#) un [37.panta pirmo daļu](#):

9. Galvenajā un kopšanas cirtē, saglabā vispirms 5 dzīvotspējīgus vecākos un lielāko izmēru kokus (rēķinot uz cirsmas hektāru), vispirms izvēloties:

9.1. Kokus ar lieliem un resniem zariem, dobumainus kokus, kokus ar deguma rētām, ozolus, liepas, priedes, ošus, gobas, vīksnas un kļavas.

12. Papildus šo noteikumu 9. punktā noteiktajam saglabā:

12.2. nolauztu koku stumbeņus un lielāko izmēru nokaltušus stāvošus kokus, kas neapdraud darba drošību, saglabā apjomos, kas netraucē meža atjaunošanu un neapdraud meža sanitāro stāvokli;

12.3. visas kritalas, kuru diametrs lielāks nekā 50 centimetru;

12.4. apjomos, kas ļauj nodrošināt meža atjaunošanu, saglabā:

12.4.1. kritalas, kuru diametrs ir 25 – 50 centimetru;

3) 2001.gada 21.maija Ministru kabineta noteikumi nr. 217.

„Noteikumi par meža aizsardzības pasākumiem un ārkārtas situāciju izsludināšanu mežā”

Izdoti saskaņā ar [Meža likuma 28.pantu](#)

7. Galvenās cirtes un rekonstruktīvās cirtes cirsmas satīra šādos veidos:

7.1. ciršanas atliekas ieklājot pievešanas un treilēšanas ceļos;

7.2. ciršanas atliekas sadedzinot;

7.3. ciršanas atliekas atstājot izklaidus;

7.4. ciršanas atliekas savācot un izvedot tālākai pārstrādei ;

7.5. ciršanas atliekas sakraujot kaudzēs saskaņā ar šo noteikumu 7.¹ punkta nosacījumiem.

4) 2004.gada 21.spetembra grozījumi Ministru Kabineta 2001. gada 29.maija noteikumos Nr.217. "Noteikumi par meža aizsardzības pasākumiem un ārkārtas situāciju izsludināšanu mežā"

7.¹ Kraujot ciršanas atliekas kaudzēs pārvietošanai, ievēro šādus nosacījumus:

7.¹ 1. kaudzes minimālais augstums ir trīs metri, minimālais platums – četri metri;

7.¹ 2. skujkoku ciršanas atliekas, kas ir resnākas par 15cm diametrā, iekrauj kaudzē tā, lai virs tām būtu vismaz 0,5 metru slānis ar mazāka izmēra ciršanas atliekām;

7.¹ 3. cirmās, kurās egles piemistrojums ir 30 procentu un vairāk un kuras izstrādā laikā no 15.aprīļa līdz 15.jūnijam, kaudzes krauj ne vēlāk kā divas nedēļas pēc cirsmas izstrādes uzsākšanas;

7.¹ 4. kaudzes izvedamas no meža ne vēlāk kā gadu pēc cirsmas izstrādes termiņa beigām;

7.¹ 5. kaudzes krauj ne tuvāk par 30 metriem no skujkoku mežaudzes, ja starp kaudzi un mežaudzi neatrodas autoceļš, izņemot šo noteikumu 7.¹ 6.apakšpunktā noteikto gadījumu;

7.¹ 6. ja kaudzē krauj ciršanas atliekas, kur egles piemistrojums ir 30 procentu un vairāk, kaudzes krauj ne tuvāk par 50 metriem no egļu mežaudzes, ja mežaudzes vecums pārsniedz 50 gadus.

5) 2006.gada 8.augusta MK noteikumi Nr.647 grozījumi Ministru Kabineta 2001.gada 29.maija noteikumos Nr.217. "Noteikumi par meža aizsardzības pasākumiem un ārkārtas situāciju izsludināšanu mežā"

13.¹ Ja vēja gāzto un laužto ošu un skujkoku (izņemot sausus kokus) apjoms (ja to diametrs pārsniedz astoņus centimetrus) pārsniedz piecus kubikmetrus uz hektāra, tad tie nozāģējami, atzarojami un sagarumojami vai aizsargājami pret stumbra kaitēkļiem ne vēlāk kā līdz kārtējā gada 1.aprīlim, izņemot gadījumus, kad vēja gāztie un laužtie koki atrodas mikroliegumos vai meža biotopos, kam veidojami mikroliegumi.*

* - Normatīvo aktu materialus sagatavoja L.Šica.

6.5. *Heterobasidion annosum* izplatības pētījumi uz ciršanas atliekām Somijā un Vācijā

1. Somija

Somijas Meža pētīšanas institūtā (The Finnish Forest Research Institute – Vantaa) tika veikti pētījumi par sakņu piepes *Heterobasidion annosum* izplatību uz mežā atstātām ciršanas atliekām. Pētījumus veica 3 nogabalos, kur veikta kailcirte - Bromarv apgabalā dienvidrietumu Somijas daļā, Hausjärvi apgabalā Somijas dienvidos, Vehkasalo apgabalā dienvidaustrumu Somijas daļā - un 1 nogabalā, kur tika veikta kopšanas cirte. Nogabalos tika atstātas tikai ar sakņu piepi inficētas parastās egles ciršanas atliekas. Eksperiments uzsākts 2000.gada augustā. Vēlāk – 2001.gada decembrī un 2002.gada aprīlī koksnes gabalus transportēja uz neizstrādātu, neretinātu augstas biežības meža areālu Siuntio un Ylämaa, kur atrodamas simtgadīgas egles ar noslēgtu, blīvu vasas daļas kupolu. Turpmākos 3 - 4 gadus sēnes attīstība un izplatība uz koksnes gabaliem tika datēta un analizēta.

Pētīto areālu lielums variēja no 2,8 līdz 5,6 ha; katra mežā novietotā koksnes gabala atrašanās vieta tika noteikta ar GPS navigācijas sistēmu.

Pētījumu laikā katras ciršanas atliekas baļķim noteica:

- diametru un garumu;
- virsmas saskares leņķi ar zemi, kad nogrieznis atrodas piespiedies zemei, daļēji pieskāries vai kontaktu ar zemi neveido;
- mizas stāvokli – vesela nebojāta, daļēji nolobīta vai mizas nav.

Kopumā parauglaukumos novietoja 2077 ciršanas atliekas ar trupēšanas pazīmēm. Bez tām areālā ievietoja arī 441 veselu kontroles nogriezni.

Rezultātā no 2077 baļķiem sakņu piepes infekcija pierādīta 395 objektiem, t.i. – 19 %, savukārt uz veselajiem kontroles nogriežņiem sakņu trupe konstatēta 7 baļķiem, t.i.- 1,6 % no kopējā veselo kontroles nogriežņu skaita. Eksperimentālie dati pierāda, ka sēnes augļķermeņa sporolējošās virsmas laukuma palielināšanās bija atkarīga no konkrētā atrašanās vietas areāla. Secināts, ka augļķermeņu izmēri saistīti ar katras ciršanas atliekas dimensijām un saskari ar augsni. Noskaidrojās, ka sēnes trupes laukuma diametrs ir proporcionāli atkarīgs no ciršanas atliekas diametra.

Baļķa mizas stāvoklis neuzrādīja nekādas tiešas sakarības ar augļķermeņu skaita palielināšanos vai samazināšanos.

Secināts, ka, atstājot ar sakņu piepi inficētu ciršanas atlieku mežā, tiek veicināta *Heterobasidion annosum* izplatība attiecīgajā cirmsā, kā arī nodrošināta infekcijas attīstība nākošajās koku paaudzēs (Müller, Korhonen 1998).

2. Vācija

Minhenes Meža Botānikas institūtā (Institute of Forest Botany) tika veikti pētījumi par sakņu piepes *Fomes annosus* izplatību uz mežā atstātām parastās egles ciršanas atliekām. Sakņu piepes radītā koku trupe jau sen radījusi nopietnus bojājumus Rietumvācijas dienvidu reģionā. Pētījumi liecina, ka sēne neiznīcina koku pavisam, bet gan izplatās tikai tā serdē, tādējādi radot valstī vairāk ekonomiskus, nekā ekoloģiskus draudus.

Lai apzinātu sēnes radīto postu, 4 reģionos Minhenes tuvumā, atkarībā no augsnes tipa un vecuma, mežā tika atstātas kopšanas cirtē palikušās koku atliekas. Laika periodā no 1977. gada rudenim līdz 1978. gada pavasarim kopā tika apsekotas ap 4000 ciršanas atlieku, tām fiksējot:

- sēnes augļķermeņu skaitu uz 1 baļķa;
- sēnes augļķermeņu skaitu uz 1 baļķa garuma metru;
- sēnes augļķermeņu kopējo laukumu uz baļķa virsmas (noteikts matemātiski);
- sēnes augļķermeņu izvietojumu uz baļķa virsmas;
- laika posmu kopš koka sazāģēšanas.

Rezultātā vidēji katram trešajam baļķim bija sakņu piepes simptomi. Swabian Alb reģionā, augļķermeņi atrodami uz katra otrā baļķa un tie attīstās jau nākošajā gadā pēc ciršanas atliekas atstāšanas cirmsā. Salīdzinoši Münchener Schotterebene reģionā, augļķermeņi atrodami tikai pusei no Swabian Alb atrodamajiem koksnes gabaliem, t.i. – katrai ceturtajai ciršanas atliekai. Pievienotajās tabulās pētnieki aprakstījuši katrā reģionā sastopamo augsnes tipu: Swabian Alb - morēnas augsne (Ph 5-7), Münchener Schotterebene – no kaļķakmens veidojusies augsne (Ph≈12). Visvairāk sēnes ķermeņu izveidojas koksnes gabala apakšpusē pēc iespējas tuvāk zemei, taču ne pārāk ciešā saskarē ar augsni (Schütt, Schuck 1979).

Viens no minētā darba secinājumiem, veicot sakņu trupes pētījumus uz ciršanas atliekām, ir neapšaubāma koku atlieku izvākšana no meža, kas tiek rekomendēta kā profilaktiska infekcijas ierobežošanas metode.

6.6. Materiāls un metodika

6.7. Lauka darbu metodika *H.annosum* augļķermeņu sastopamības novērtēšanai

Empīriskais materiāls ievākts 7 parauglaukumos (skatīt 8.tabulu).

8.tabula.

Parauglaukumu raksturojums.

Pr. Nr.	Mežsaimniecība, Iecirknis	Platība, (ha)	Kvartāls, nogabals	Audzis sastāva formula	Kopšanas cirtes veikšanas gads	Meža tips
1.	Vidusdaugavas, Ogres iec.	6,9	174.kv., 6.nog.	9E1B+Os+Ba	2004	Vr
2.	Vidusdaugavas, Skaistkalnes iec.	4,8	334.kv., 14.nog.	10E	2005	Dms
3.	Vidusdaugavas, Skaistkalnes iec.	1,9	343.kv., 17.nog.	8E 2B+A+Ba, B	2005	Dms
4.	Vidusdaugavas, Skaistkalnes iec.	2,6	351.nog., 17.nog.	8E2E+P	2005	Vr
5.	Ziemeļkurzemes, Vanemas iec.	0,4; 1,6	349.kv., 6.,7.nog.	8E2Oz, 4E2Oz2Ba2B	2004	Vr
6.	MPS "Kalsnava"	1; 3,4	139.kv., 5.,6.nog., 137.kv., 11.nog.	10E un 7E1P2B	2005	Kp

7.	MPS "Kalsnava"	1	178.kv., 21.nog.	10E	2004	As
----	----------------	---	---------------------	-----	------	----

Papildus tika analizētas ciršanas atliekas, kas atrastas Pūrē (1gab.; meža tips - Dms), Kalsnavā (1gab.; meža tips - Dms), Tīreļu mežniecībā (1gab, meža tips - As).

Dati par minētajām ciršanas atliekām tika iekļauti aprēķinos un rezultātos pa attiecīgajiem meža tipi.

Pavisam tika apsekoti 7 parauglaukumi un analizētas 180 ciršanas atliekas, uz kurām identificēti *Heterobasidion annosum* augļķermeņi dažādās stadijās un vecuma grupās.

Attiecīgi pa parauglaukumiem izdevās datēt šādu inficēto ciršanas atlieku skaitu:

- Vēris – 62 gab.;
- Slāpmais damaksnis – 49 gab.;
- Šaurlapju ārenis – 26 gab.;
- Platlapju kūdrenis – 43 gab.

Katrs parauglaukums tika apsekots, izskatītas visas ciršanas atliekas, bet uzskaitītas tikai ar *H. annosum* inficētas ciršanas atliekas, kurām tika izmērītas dimensijas (skatīt 20. attēlu).



20. attēls. *H. annosum* augļķermeņi uz ciršanas atliekām.

Katrai atrastajai ciršanas atliekai raksturoti šādi parametri:

1. nogriežņa dimensijas – garums un vidējais diametrs;
2. sakņu piepes jauno sporolējošo augļķermeņu skaits;
3. sakņu piepes veco nesporolējošo augļķermeņu skaits.

Darbā tika izmantots ūdensizturīgs Pental Maxiflo Permanent flomāsters un caurspīdīga izdrukas A4 izmēra plēve („Fellowes” Covers for binding un „Medium” Schreibfolien 0,10 mm PP). Lielāko augļķermeņu uzmērīšanai tika izmantots pergamentpapīrs. Apskatot atrasto koksnes gabalu, atzīmējām jauno un veco augļķermeņu skaitu un laukumu. Laukuma raksturojošie parametri tika iegūti, piespiežot plēvi pie augļķermeņa virsmas un fiksējot augļķermeņa formas (skatīt 21. attēlu).

Papildus informācijai, tika veikti fotouzņēmumi, ko pielietoja iegūto materiālu dokumentācijai. Fotografēšanai izmantotais fotoaparāts – Pentax K100D digitālā spoguļkamera.



21. attēls. *H. annosum* augļķermeņu uzmērīšana.

6.8. Laboratorijas darbu metodika

Laboratorijā augļķermeņu laukums tika aprēķināts, izmantojot neregulāru formu priekšmetu laukumu aprēķināšanai paredzēto planimetru PLANIX S10 „Marble” (Tamaya Digitizing area-line meter. Tamaya Technics INC, Tokyo, Japan). Ierīce tika noregulēta liektas līnijas garuma mērīšanai (funkcija Stream Area).

Planimetrs fiksē uzvilktas līnijas garumu un, savienojot tās uzsākšanas punktu ar beigu punktu, ierīce automātiski aprēķina fiksēto laukumu, par avotu izmantojot līnijas distanci. Planimetra kustošās daļas palielinošo stiklu novietojām uz caurspīdīgās A4 izdrukas plēves augļķermeņa formas zīmējuma un, lēni velkot planimetru precīzi pa augļķermeņa formas ierobežojošo līniju, ieguvām katra augļķermeņa laukumu. Lai dati būtu pēc iespējas objektīvi, augļķermeņu laukuma formas mērīšanā jācenšas fiksēt līnijas sākuma punktu, lai precīzi atrastu to pašu punktu formas noslēgšanai. Tad planimetrs signalizē ar specifisku signālu, ka līnijas sākuma un beigu punkti ir sakrituši. Šajā gadījumā laukuma aprēķins ir visprecīzākais. Ir iespējams pašam noteikt punktu, kurā brīdī mērījums ir izdarīts, taču tad iegūtā vērtība nebūs precīza.

Katrs augļķermenis tika mērīts 1 reizi. Atsevišķos gadījumos mērījumi tika atkārtoti 3 reizes.

Decimālo zīmju skaits aiz komata - 2. Zīmju skaitu aiz komata var mainīt, taču nav nepieciešams palielināt zīmju skaitu, kas pieprasa palielinātu precizitāti.

Iegūstot katra *Heterobasidion annosum* augļķermeņa laukumu, tālāk tika veikti matemātiski aprēķini, novērtējot *H. annosum* sastopamību dažādas meža tipos atkarībā no ciršanas atlieku dimensijām.

Apstrādājot datus par katra sēnes augļķermeņa laukumu, aprēķinājām:

1. Jauno, veco un kopējo augļķermeņu laukumu uz 1 koksnes gabala;
2. Jauno, veco un kopējo augļķermeņu skaitu uz 1 koksnes garuma metru;
3. Jauno, veco un kopējo augļķermeņu laukumu uz 1 koksnes garuma metru;
4. Jauno, veco un kopējo augļķermeņu laukumu uz kvadrātmetru koksnes;
5. Jauno, veco un kopējo augļķermeņu laukumu uz kubikmetru koksnes

Vislielākais skaits *H. annosum* veidoto jauno un veco augļķermeņu atzīmēts uz platlapju kūdrenī atrastajām ciršanas atliekām, t.i. – 1651 augļķermeņu. Vismazākais skaits – šaurlapju ārenī ar attiecīgi 235 augļķermeņiem uz šajā meža tipā visām atrastajām ciršanas atliekām.

Aprēķiniem izmantotās datorprogrammas: Microsoft Excel.

Aprēķinos

lietotās formulas

$$p = 3.14159265358979$$

Baļķa garums (*gar*)

Baļķa diametrs (*D*)

Augļķermeņu skaits (*sk*)

Augļķermeņa laukums (*lauk*)

Riņķa līnija

$$p \cdot D \quad (\text{cm})$$

Riņķa laukums

$$\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot p \quad (\text{cm}^2)$$

Baļķa laukums ar stumbra galiem (*b_lauk*)

$$2 \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot p + p \cdot D \cdot \textit{gar} \quad (\text{cm}^2)$$

Baļķa tilpums (*b_tilp*)

$$\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot p \cdot \textit{gar} \quad (\text{cm}^3)$$

Augļķermeņu skaits uz metru

$$\frac{\textit{sk} \cdot 100}{\textit{gar}}$$

Augļķermeņa laukums uz metru

$$\frac{\textit{lauk} \cdot 100}{\textit{gar}}$$

Augļķermeņa laukums uz kvadrātmtru

$$\frac{\textit{lauk} \cdot 10000}{\textit{b_lauk}}$$

Augļķermeņa laukums uz kubikmetru

$$\frac{\textit{lauk} \cdot 1000000}{\textit{b_tilp}}$$

6.9. Rezultāti un diskusija

Darba gaitā tika uzņēmēti vidēji 144cm gari koksnes gabali, bet diametrā 18cm plati koksnes gabali. Visgarākā ciršanas atlieka ir 510cm, īsākā – 13cm. Lielākās ciršanas atliekas diametrs ir 69cm, mazākās – 8cm. Diametrs koksnes gabalam mērīts nogriežņa vidū, taču izteikti platumā nevienādiem nogriežņiem – abos galos un rēķināta vidējā aritmētiskā vērtība. Garākās ciršanas atliekas, kas pārsniedza 3 metru garumu, tika pārzāģētas uz pusēm vai pat vairākās daļās, kas atviegloja to pārvešanu un apskati (skatīt 9. tabulu).

Vidēji garākie koksnes gabali atrasti parauglaukumā, kas raksturo platlapju kūdrenā meža tipu, īsākie – šaurlapju āreņa meža tipā. Vidējais diametrs svārstās no 15cm slapjajā damaksnī, līdz 22cm šaurlapju ārenī un platlapju kūdrēnī.

9.tabula.

Ciršanas atlieku garuma un diametra vidējo, maksimālo un minimālo vērtību sadalījums pa meža tipiem.

Meža tips	Atlieku skaits	Atlieku garums (cm)			Atlieku diametrs (cm)		
		Vidējais ±st. kļūda	MIN	MAX	Vidējais ±st. kļūda	MIN	MAX
Dms	49	97,78 ± ,00	35	293	15,60 ± 0,70	10	35,5
V	62	122,60 ± ,00	13	300	17,01 ± 0,66	8	27
As	26	88,65 ± ,00	19	305	22,42 ± 2,20	11	69
Kp	43	264,45 ± ,00	27	510	22,11 ± 0,54	15,8	33

Novērtējot ciršanas atlieku tilpumu, konstatēts, ka lielākais ciršanas atliekas tilpums sastāda 429359 cm³ (≈0,42m³) - platlapju kūdrenā meža tips, bet mazākais ciršanas atliekas tilpums: 737 cm³ (≈0,0007m³) - vēra meža tips. Vidējie ciršanas atlieku tilpumi visos četros meža tipos bija ļoti atšķirīgi (skatīt 10.tabulu). Attiecīgi platlapju kūdrēnī ciršanas atlieku starpā atrasti daudz koksnes gabalu(28 no 43), kas pārsniedz 2 metru garumu. Tas sastāda

≈ 65% no visiem atrastajiem koksnes gabaliem. Vidēji visos analizētajos parauglaukumos ciršanas atliekas tilpums sasniedza apmēram 45685 cm³ (≈0,045m³).

10.tabula.

Ciršanas atlieku tilpuma vidējo, maksimālo un minimālo vērtību sadalījums pa meža tipiem.

Meža tips	Ciršanas atlieku skaits	Atliekas tilpums (cm ³)		
		Vidējais ±st. kļūda	MIN	MAX
Dms	49	19468,49 ± 2633,40	3706	107992,25
Vr	62	28731,10 ± 3509,87	738	147262,16
As	26	36593,75 ± 9875,66	6715	209399,72
Kp	43	105505,60 ± 12226,16	8482	429359,9
Kopā	180	45685,90 ± 4328,88	738	429359,9

Vidējais ciršanas atlieku tilpums katrā meža tipā kubikmetros:

Dms – 0,0195 m³;

Vr – 0,0287 m³;

As – 0,0366 m³;

Kp – 0,106 m³.

Vidējais ciršanas atlieku tilpums visos meža tipos kubikmetros: 0,0457 m³.

Vislielākais skaits jauno augļķermeņu tika fiksēts platlapju kūdrenā meža tipā – 1377 augļķermeņu, bet vismazākais – šautlapju āreņa meža tipā - 180 (skatīt 11.tabulu). Attiecīgi arī veco sēnes augļķermeņu lielākais skaits atrodams platlapju kūdrenī – 274, bet mazākais - šaurlapju ārenī - 55. Kopā visos parauglaukumos uz ciršanas atliekām tika atrasti 3140 *H.annosum* augļķermeņi.

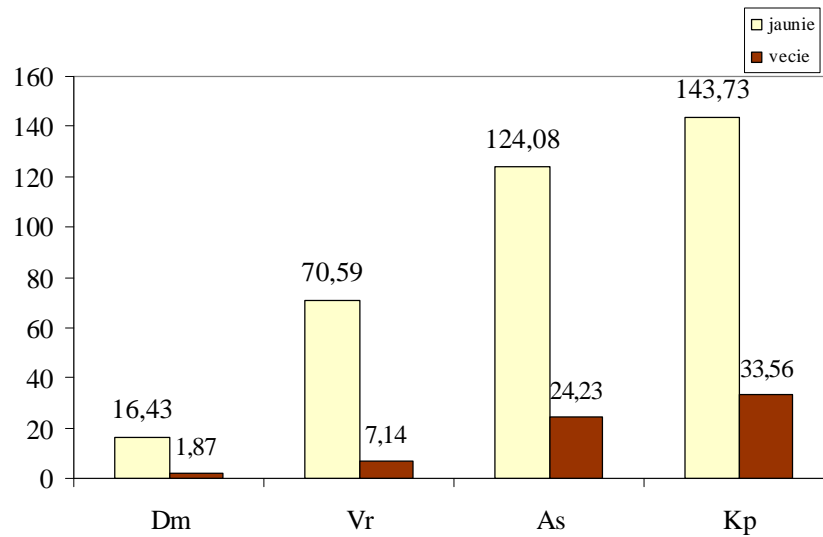
Uzskaitītie *Heterobasidion annosum* augļķermeņi.

ATT	Koksnes gabalu skaits	Jauno augļķermeņu skaits	Veco augļķermeņu skaits	Visu augļķermeņu skaits
Dms	49	512	76	588
Vr	62	598	68	666
As	26	180	55	235
Kp	43	1377	274	1651
Kopā	180	2667	437	3140

Augļķermeņu izmēri bija ļoti atšķirīgi. Sīkāko augļķermeņu laukums bija $0,01\text{cm}^2$, bet lielākā augļķermeņa laukums bija $955,75\text{ cm}^2$ (Skatīt 22. - 23.attēlu). Vidējais augļķermeņu laukums bija $9,67\text{ cm}^2$.

22.attēls. *H. annosum* augļķermeņi.23.attēls. *H. annosum* augļķermeņi.

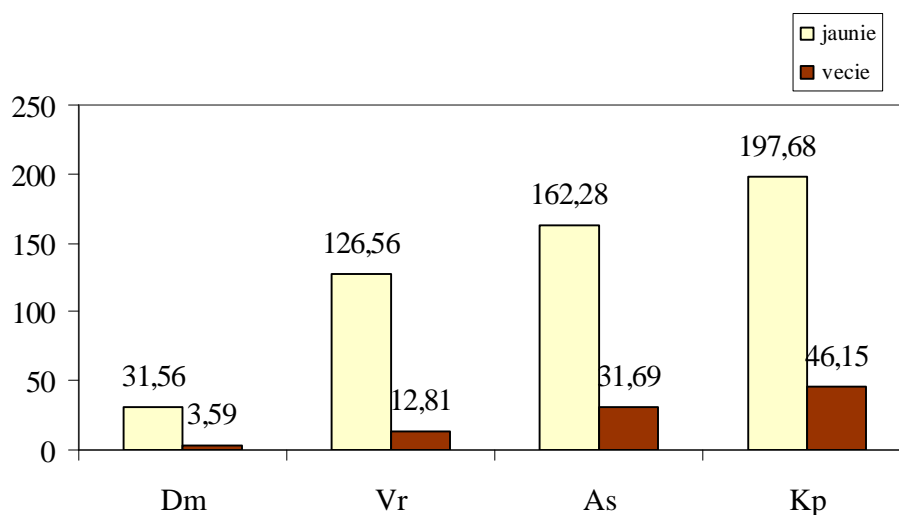
Vislielākais *H. annosum* laukums uz 1 garuma metru mežā atstāto ciršanas atlieku atzīmēts platlapju kūdreņa meža tipā. Tur vidējais sēnes jauno augļķermeņu laukums ir $143,73\text{ cm}^2$. Slapjā damakšņa meža tipā konstatēts mazākais vidējais sēnes augļķermeņu laukums uz 1 koksnes garuma metru – $16,43\text{ cm}^2$ (skatīt 24.attēlu).



24.attēls. *Heterobasidion annosum* augļķermeņu laukums (cm²) uz 1 m mežā atstātās koksnes

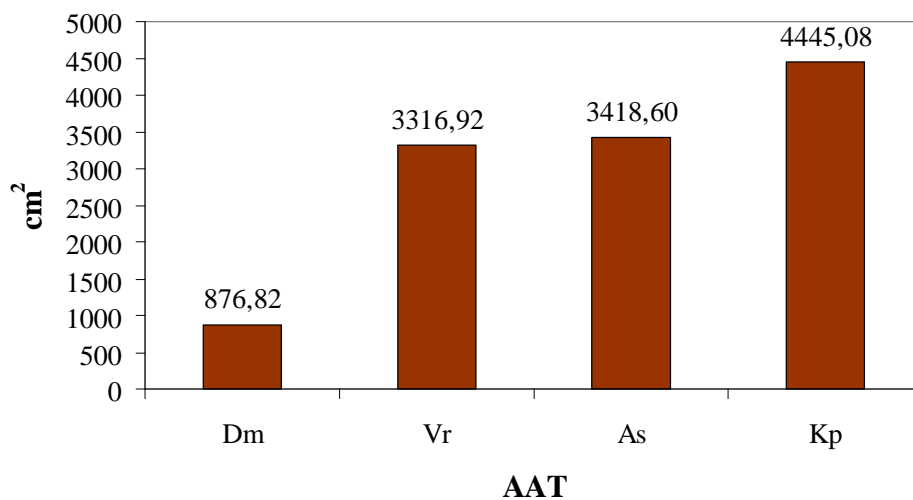
Attiecībā uz minēto meža tipu, mūsu iegūtie rezultāti saskan ar Somijā veikto pētījumu rezultātiem (Müller, Heinonen, Korhonen; iesniegts publicēšanai 2007). Minētajā pētījumā secināts, ka uz 1 mežā atstātās koksnes garuma metru 3-4 gadu laikā izveidojušās aktīvās augļķermeņa virsmas laukums ir 13 cm². Tomēr šie dati atšķiras no Vācijā iegūtajiem rezultātiem, kur uz 1 koksnes garuma metru atrastās augļķermeņu virsmas laukums ir 88-123 cm². Somu kolēģi šīs atšķirības skaidro ar to, ka viņu pētījumā fiksēta tikai aktīvā sporolējošā virsma, bet Vācijā veiktajos pētījumos *H. annosum* kopējais augļķermeņu virsmas laukums. Mūsu iegūtie dati liecina, ka Vr un As meža tipos līdzīgā laika periodā izveidojušos *H. annosum* aktīvo augļķermeņu virsmas laukums uz 1 koksnes garuma metru ir 70-124 cm². Savukārt Kp meža tipā izveidojušos augļķermeņu virsmas laukums sasniedz 144 cm². Tomēr šajā gadījumā pamatā tika analizēti mežā atstātie zāģbaļķi. Slapjajā damaksnī kopšanas cirte tika veikta 2005.gadā, tāpēc izveidojušos augļķermeņu virsmas laukums ir mazāks, jo kopējais vidējais augļķermeņu skaits bija pat lielāks salīdzinājumā ar vēri un šaurlapju āreni.

Vislielākais sēnes augļķermeņu laukums, rēķinot uz 1 kvadrātmetru ciršanas atlieku laukuma, arī ir platlapju kūdrenā meža tipā atrastajiem koksnes gabaliem – 197,68 cm². Slapjā damakšņa meža tipā sēnes augļķermeņi veido vismazāko laukumu uz 1m² mežā atstātās koksnes – 31,56 cm². Attiecīgi arī lielākais veco augļķermeņu laukums tiek atzīmēts platlapju kūdrenī – 46,15, vismazākais – slapjajā damaksnī – 3,59 (skatīt 25.attēlu).



25.attēls. *Heterobasidion annosum* augļķermeņu laukums (cm²) uz 1 m² trupējušas koksnes

Aprēķinot augļķermeņu laukumu uz 1 m³ ciršanas atlieku, konstatēts, ka platlapja kūdreņa meža tipā izveidojušos augļķermeņu laukums ir vislielākais (4445 cm²) salīdzinājumā ar citiem analizētajiem meža tiptiem 876 – 3418 cm² (Skatīt 26.attēlu).



26.attēls. *Heterobasidion annosum* augļķermeņu laukums (cm²) uz 1 m³ trupējušas koksnes

Tomēr, kā jau iepriekš minēts, parauglaukumos, kas raksturo Dms kopšanas cirte veikta vēlāk, salīdzinot ar Vr un As. Izņēmums ir parauglaukums, kas raksturo Kp. Šeit konstatēta

ļoti augsta *H. annosum* infekcijas pakāpe. Iespējams, tas saistīts ar to, ka minētais parauglaukums raksturo mežaudzi uz bijušās lauksaimniecības zemes.

Trupējusi koksne ir nozīmīgs bioloģisko daudzveidību veicinošs faktors, taču 1 cm² *H. annosum* augļķermeņa dienā veido vairākus miljonus sporu. Tāpēc, lai ierobežotu trupes izplatību, mežizstrādes laikā nav pieļaujama ar *H. annosum* inficētas koksnes atstāšana egļu audzēs.

7. Skujkoku audzes bijušajās lauksaimniecības zemēs

Analizējot topogrāfisko materiālu tika izpētīti sekojošu rajonu valsts meži- Talsu, Cēsu un Tukuma. Tika salīdzināti topogrāfisko karšu materiāli, kas izdoti no 1926. gada līdz 1938.gadam ar materiāliem, kas tapuši 2003. gadā un vēlāk. Šajās, mežaudžu plānu kartēs, tika meklētas vietas, kur agrāk bijušas, lauksaimniecībā izmantojamās zemes, bet, dažādu iemeslu dēļ, līdz mūsdienām tās ir nonākušas jau apmežojušās ar kādu no skuju kokiem (Latvijas apstākļos ar egli vai priedi).Tika noskaidrotas, konkrētās vietas, kvartāla (Kv.) un nogabala (nog.) numurs, kā arī audzes sastāvs un, minētās vietas, meža augšanas apstākļu tips (MAAT).

Talsu rajona valsts mežos, pārbaudes tika veiktas vadoties pēc A/S „Latvijas valsts meži” mežaudžu plānu datiem. Tika konstatēts, ka bijušās lauksaimniecības zemes, kas apmežojušās ar skuju kokiem atrodas:

Ū Zilokalnu iecirknī- 3:

- 189. Kv. 50. nog. Sastāvs 8E₂₉2E₄₁ MAAT- Ap
5B₆₅4M₇₁1E₇₄+E₅₈
- 194. Kv. 22. nog. Sastāvs 4P2E3B1A₆₇+M₆₅ MAAT- As
+E₅₈ 2.stāvā
- 265. Kv. 7. nog. Sastāvs 4E3A2B1Oz₉₅+PL₉₃ MAAT- Vr
6E₇₀2B₇₆2M₆₄+A₆₈
- 349.Kv. 5. nog. Sastāvs 6P3E1B₅₇+A₅₅ ats Oz₁₃₂ MAAT- Dm

Ū Lingas iecirknī- 7:

- 327. Kv. 12. nog. Sastāvs 6P3E1B₉₁+M ats A₈₅ MAAT- As
7E₆₁1B₄₇2M₄₃
- 327. Kv. 13. nog. Sastāvs 8P1B1E₉₃ MAAT-As
10E₇₃
- 333. Kv. 15. nog. Sastāvs 5E₁₀₃1P₁₃₃4B₉₃+M₈₇ MAAT- Ap
10E₇₉
- 337. Kv. 13. nog. Sastāvs 8P1E1B₁₀₃+A₉₇ ats M₁₀₁ MAAT- As
6M₄₂4E₄₄

Arī Cēsu rajona valsts mežos, dati tika ievākti vadoties pēc A/S „Latvijas valsts meži” dotā karšu materiāla. Skuju koku audzes uz lauksaimniecības zemes atrodas:

Ü Ieriķu M:

- 112. Kv. 35. nog. Sastāvs 5P5E₆₄+B₅₉ MAAT- Nd
- 233. Kv. 1. nog. Sastāvs 6E2P₁₃₉2B₁₁₄+A₁₀₉ MAAT- Dm
7E₇₉3Ba₅₄
- 233. Kv. 5. nog. Sastāvs 10E₉+PB₄ MAAT- Dm
7B₇₃A₁₂+E₁₄
- 235. Kv. 12. nog. Sastāvs 7E1P₁₄2B₉ MAAT- Nd
- 243. Kv. 2. nog. Sastāvs 10E₄₄ MAAT- Vr
- 243. Kv. 3. nog. Sastāvs 10E₄₁ MAAT- Dm
- 243. Kv. 7. nog. Sastāvs 10E₆₄+P₅₉BatsA₁₀₄ MAAT- Vr
- 247. Kv. 13. nog. Sastāvs 10E₄₂+E₄₉B₁₇ MAAT- Kp

Ü Nītaures M:

- 142. Kv. 6. nog. Sastāvs 7E₃₁2E₄₄1B₂₁+Ba₁₆ MAAT- Vr
- 343. Kv. 4. nog. Sastāvs 9E1B₆₄ MAAT- Kp
- 343. Kv. 8. nog. Sastāvs 10E₁₁+P ats Oz₆ MAAT- Vr
10B₈

Ü Raunas M:

- 154. Kv. 1. nog. Sastāvs 8E₂₆2E₃₉+B₂₁ MAAT- Dm
- 156. Kv. 13. nog. Sastāvs 4P2B₄₉4E₅₉+A₄₄ MAAT- Dm
+E₃₄ 2. stāvā

Tukuma rajona mežos bijušās lauksaimniecības zemes, kas mūsdienās ir apmežojušās ar priedi vai egli, tika konstatētas sekojošās platībās:

Ü Tukuma iecirknī:

- 163. Kv. 2. nog. Sastāvs 7P₆₄3P₈₄ MAAT- Dms

- 163. Kv. 4. nog. Sastāvs 7P₆₄3P₈₄ MAAT- Dms
- 171. Kv. 11. nog. Sastāvs 5P5E₅₇+B₅₂ MAAT- Dm
10E₅₇
- 172. Kv. 2. nog. Sastāvs 10E₂₆+B₂₁E₃₉ MAAT- As
- 172. Kv. 5. nog. Sastāvs 10E₂₆ MAAT- As
- 174. Kv. 5. nog. Sastāvs 10E₂₆+Ba₁₁ MAAT- Vr
- 222. Kv. 28. nog. Sastāvs 6E4P₇₄ MAAT- Dm
+E₅₉ 2. stāvā
- 240. Kv.10. nog. Sastāvs 8E2P₅₉ MAAT- Dm
- 240. Kv. 20. nog. Sastāvs 9E1B₅₉+A₅₄B₁₄₆ MAAT- Vr
- 271. Kv. 15. nog. Sastāvs 9E1B₅₉+A ats P₅₄ MAAT- Vr
- 275. Kv. 15. nog. Sastāvs 8P2E₇₀ MAAT- Dm
- 290. Kv. 7. nog. Sastāvs 8E1P1B₅₉ MAAT- Ap
- 300. Kv. 1. nog. 9E₄₁1B₆₁+A₅₅ MAAT- Vr
- 305. Kv. 16. nog. Sastāvs 6P3B1A₅₄ MAAT- Dm

Turpmākajā darbā paredzēta šo platību apsaimniekošana, lai novērtētu inficētību ar sakņu piepi.

8. Secinājumi

1. Novērtējot priežu ģeogrāfisko kultūru eksperimentālos stādījumus, secināts, ka visvairāk saglabājušos priežu raksturo Latvijas proveniences: vidēji 22.3%; analizējot Polijas proveniences, konstatēts, ka vidēji saglabājušās 18.0% priežu; Vācijas proveniencēs saglabājušos priežu īpatsvars ir 15.7 %; Krievijas proveniencēs saglabājušos priežu īpatsvars ir vidēji tikai 4.2 %.
2. Lai pārbaudītu koku rezistenci pret sakņu piepi, MPS „Kalsnava” teritorijā ar *Heterobasidion annosum* S un P grupas izolātiem tika inficētas 9 koku sugas. No katras koku sugas tika inficēti 40 koki (20 ar S grupu, 20 ar P grupu). Turpmākajā darbā paredzēta inficēto koku analīze.
3. Palielinoties trupējušo egļu īpatsvara vidējām vērtībām no 10 līdz 60%, konstatēti zaudējumi (vērtības pazemināšanās) par 7 līdz 25% 2005.g. objektos un 4 līdz 21% 2006.g. objektos.
4. Pētījumu objektos egļu vidējam diametram mainoties no 20 līdz 36 cm, zaudējumi vidēji sasniedz 335 - 1130 Ls/ ha (2005. g. objektos) un 490 – 890 Ls/ ha 2006.g. objektos.
5. 2007.gadā analizētajos objektos, konstatēta būtiska sakarība starp koka diametru un trapes izplatības augstumu egles stumbrā [$P = 0,0025$].
6. Analizētajos parauglaukumos (Dms, Vr, As un Kp meža tipi) 3 - 4 gadu laikā pēc mežizstrādes uz 1 m³ trupējušas koksnes izveidojušos *H. annosum* augļķermeņu kopējais laukums ir 876-4445 cm³.

9. Literatūras saraksts

- 1) Breitenbach J., Kränzlin F. 1986. Fungi of Switzerland. Vol. 2. Verlag Mykologia, CH-6000 Lucerne9, Switzerland: 314.
- 2) Fedorov NI, Staichenko NI1970: The pattern of sporulation of *Fomes annosus* in Belorussia. Mycology and Phytopathology. 4: 454-458.
- 3) Greig B.J.W. 1998. Field Recognition and Diagnosis of *Heterobasidion annosum*. In: Woodward, S., J. Stenlid, R. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum: biology, ecology, impact and control*. CAB International, Wallingford, UK: 35-38.
- 4) Jansos Ā.,Baumanis I. 2005. Growth Dynamic of Scots Pine Geographical Provenances in Latvia. Baltic Forestry. Vol 11, No2 (21). Latvia:29-37
- 5) 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: 50-52.
- 6) Morrison D.J. and Johnson A.L.S., Otrosina W.J. and Scharpf R.F. CFS Canadian Forest Service. Annosus Root and Butt Root. 2007. http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/diseases/ctd/Group/Root/root3_e.html
- 7) Möykkynen T, Weissenberg Kvon, Pappiner A 1997: Estimation of dispersal gradients of S- and P-type basidiospores of *Heterobasidion annosum*. Eur. J. For.Path. 27: 291-300
- 8) Müller M. Michael, Korhonen K. 1998. Spruce cull pieces left on cutting areas can increase aerial spread of *Heterobasidion* – preliminary results from field trials in southern Finland. The Finnish Forest Research Institute, Vantaa, Finland: 18-19.
- 9) Müller M. M., Heinonen J., Korhonen K. Occurrence of *Heterobasidion* basidiocarps on cull pieces left on cutting areas and in mature spruce stands. The Finnish Forest Research Institute, Vantaa, Finland: 1-19.
- 10) 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.
- 11) Redfern D.B., Stenlid J. 1998. Spore Dispersal and Infection. In: Woodward, S., J. Stenlid, R. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum: biology, ecology, impact and control*. CAB International, Wallingford, UK: 105-113.
- 12) Rockett TR, Kramer CL, 1974: Peridiocity and total spore production by lignicolous Basidiomycetes. Mycologia 66: 817- 829
- 13) Schütt P, Schuck H.J. in cooperation with Lautenschlager K, Prestle W, Stimm B 1979. *Fomes annosus* sporocarps – their abundance on decayed logs left in the forest. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin: 60.
- 14) Stenlid J., Redfern D.B. Spread within the Tree and Stand. 1998. In: Woodward, S., J. Stenlid, R. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum: biology, ecology, impact and control*. CAB International, Wallingford, UK: 125-131.
- 15) Tamminen, P. (1985) Butt-rot in Norway spruce in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 127, 1-52.

- 16) 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).
- 17) Спалвиньш З.П., Ружа Р.Н., Гоба А.О. 1989. Региональные различия в устойчивости потомства сосны обыкновенной к корневым гнилям. В.кн. Защита сосны и ели в Латвийской ССР Рига. Стр: 90-110