



Baltalkšņa (*Alnus incana* (L.) Moench) audžu atjaunošanās gaita un virszemes biomasas uzkrāšanās jaunaudzū vecuma audzēs

Process of Natural Regeneration of Grey Alder (*Alnus incana* (L.) Moench.), and Above-Ground Biomass Accumulation in the Young Stands

Mudrīte Daugaviete, Kaspars Liepiņš, Andis Lazdiņš, Ojārs Daugavietis

Latvija Valsts mežzinātnes institūts „Silava”
Latvian State Forest Research Institute “Silava”

e-mail: Mudrite.Daugaviete@silava.lv

Kārlis Žvīgurs

Ropažu mežniecība „Mežvidi”
Ropaži forest district “Mežvidi”

e-mail: ropazu.meznieciba@rigaogre.vmd.gov.lv

Abstract. The results of investigations about growth and development of grey alder coppices in different forest types are given. The number of first-year sprouts varied between 25.8 and 188 thousands. The amount of grey alder sprouts reached 65-95% out of the total, whereas amount of other species' (*Prunus*, *Coryllus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Sorbus*, *Tilia*, etc.) sprouts, depending on a particular forest site, reached 23% in the *Oxalidos*, 28% in the *Aegopodiosa*, 35% in the *Mercurialiosa mel.*, 31% in the *Drypteriosa*, 10% in the *Myrtilloso sphagnosa*, and 5% in the *Hylocomiosa* forest site. In the second year, the number of sprouts decreased by 16% in the *Aegopodiosa*, by 25% in the *Oxalidos*, by 30% in the *Hylocomiosa*, and by 46% in the *Mercurialiosa mel.* forest type. The height of first-year coppices ranged between 0.8-1.2 m, root collar diameter – 0.81-1.76 cm, height of second-year coppices – 2.02-2.93 m, and diameter at breast height – 0.77-1.79 cm. The amount of dry biomass of one-year old coppices varied between 1390 and 3200 kg ha⁻¹, but of two-year old coppices – between 3413 and 5544 kg ha⁻¹.

Key words: grey alder, natural regeneration, coppice, sprouts, biomass.

Ievads

Baltalksnis (*Alnus incana* (L.) Moench) kā ātraudzīga koku suga, kas var dot ievērojamu ieguldījumu gan kokmateriālu, gan atjaunojamo energoresursu iegūšanā, guvis īpašu ievēribu privāto zemes īpašnieku vidū. Baltalksni Latvijas klimatiskajā zonā var pamatoti saukt par „ekonomisku” koku sugu, jo 25–30 gadu laikā mērķtiecīgi apsaimniekota baltalkšņa audžu krāja var sasniegt 250-400 m³ ha⁻¹ no saražotās koksnes produkcijas ap 50–70% derīgi apaļo sortimentu pārstrādei (Daugaviete, Daugavietis, 2008). Turklāt sakarā ar bagātīgo dabisko atjaunošanos ievērojami tiek samazināti izdevumi šo audžu atjaunošanai un aizsardzībai.

Baltalkšņa platības Latvijā no pagājušā gadsimta 30. gadiem (Daugaviete, Ūsite, 2006) līdz 21. gs. pirmajai desmitgadei ir ievērojami

paplašinājušās, jo tās intensīvi ieviešas atmatā atstātajās lauksaimniecības zemēs. Pēc 1925. gada meža statistikas datiem baltalkšņa audzes aizņēma 3962 ha jeb 0.3% no kopējās valsts mežu platības, bet jau 1962. gadā to platība palielinājās līdz 80 895 ha, kas bija 4.5% no kopējās ar mežu aizņemtās platības (Latvijas meži, 1987). Savukārt pēc 1978. un 1983. gada meža statistikas datiem sakarā ar intensīvas lauksaimnieciskās ražošanas paplašināšanos baltalkšņa platības saruka līdz 1% no mežu kopplatības (Mežagrāmata, 1986), bet jau 2003. gadā sasniedza 189 tūkst. ha, kas bija 6.4% no mežu kopplatības¹, no kuriem 95% atradās privāto zemes īpašnieku mežos. Pēdējos gados baltalkšņa platības turpina palielināties un pēc Statistikas Pārvaldes datiem² 2007. gadā sasniedza rekordlielu platību – 330 tūkst. ha, kas veidoja 11.4% no mežu kopplatības (Meža nozare Latvijā, 2008).

¹ Meža statistika. Forest Statistics. Dati uz 01.01. 2005.–2007. Data on 01.01.2005.-01.01.2007. Статистика о лесах, данные на 01.01.2005.-01.01.2007. [Elektroniskais resurss] – Rīga, Valsts meža dienests (State Forest Service), 2005; 2006; 2007. – 3 kompaktdiski.

² <http://www.csb.gov.lv> – Datubāzes: Mežsaimniecība: Mežainums un koku veidu struktūra reģionos un rajonos.

Kā zināms, baltalksnis atjaunojas gan ģeneratīvi (ar sēklām), gan veģetatīvi (ar celmu vai sakņu atvasēm). Tomēr baltalkšņa ģeneratīvā atjaunošanās notiek ar grūtībām, galvenokārt baltalkšņa sēklu zemās dīdžības, bagātīgās virszemes veģetācijas un nepietiekamo gaismas apstākļu dēļ.

Plaši pētījumi par baltalkšņa veģetatīvo atjaunošanos veikti Igaunijā, Lietuvā, Zviedrijā un Somijā (Saarsalmi et al., 1992; Saarsalmi, 1995; Tullus, Uri, 1998; Telenius, 1999; Uri et al., 2001, 2003; Vares, 2005; Rytter et al., 2000; Daugaviete, 2006). Zinātnieki secinājuši, ka optimālā augsnes reakcija sekmīgai baltalkšņa atvašu un sējeņu attīstībai ir $\text{pH}=5.5\text{--}7.0$ (Griffits, McCormick, 1984; Johansson, 1999). Ja augsnes ir pārāk skābas ($\text{pH}=3.3$) vai pārāk sārmains ($\text{pH}=8\text{--}8.8$), baltalkšņa sakņu atvases ir sīkas, sējeņi nespēj normāli attīstīties un neveido uz saknēm gumijus. Baltalkšņa sakņu atvases un sējeņi bieži vien spēj izdzīvot applūstošās platībās – tur, kur citu koku sugu sējeņi aiziet bojā, jo tie veido adventīvās saknes, kuras izvietotas pašā augsnes virsējā slānī (McVean, 1955; Berry, Torrey, 1985; Kramer, Kozlovski, 1979).

Baltalksnis ļoti labi dabiski atjaunojas vēra, damakšņa, gāršas, platlapju āreņa un citu meža augšanas apstākļu tipu izcirtumos, ja tā klātbūtne mežaudzē sasniedz biezību 5 un vairāk (Johansson, 1999; Rytter et al., 2000; Rokjānis u.c., 2006).

Latvijas zinātnieki un praktiķi J. Ozols un E. Hibners (1927), R. Līcis un J. Ozoliņš (1937), A. Kundziņš (1937, 1969), A. Avotiņš (1962), P. Mūrnieks (1948, 1950), J. Docītis³ (1953), A. Zviedris un P. Maike (1955), J. Viļums⁴ (1955), kā arī B. Rokjānis (1957) atzīmē, ka baltalkšņa atjaunošanās gaitu ietekmē virkne priekšnosacījumu, kur galvenā nozīme ir abiotiskiem un biotiskiem faktoriem.

Vecākās klasifikācijās (1850–1880) baltalksnis tiek pieskaitīts pie ēncietīgām koku sugām, turpretī 20. gadsimtā zinātnieki secina, ka baltalkšņa ieaudzēšana un sekmīga atjaunošanās var notikt tikai pilnīgi atklātās vietās, jo baltalksnis ir ļoti gaismas prasīga koku suga un stiprākā apēnojumā iet bojā (Rokjānis, 1957; Kundziņš, 1937, 1969; Zviedris, Maike, 1955; Melderis, 1939). A. Kundziņš (1937) atzīmē, ka baltalksnis meža sienas ziemeļu pusē praktiski neatjaunojas. Arī J. Viļums (1955) uzskata, ka jau neliels apēnojums ievērojami samazina atvašu pieaugumu un skaitu.

Baltalkšņa atjaunošanos un augšanu lielā mērā ietekmē augsnes īpašības. Pētījumi veikti gan sila tipa smilts augsnēs, gan valgās māla augsnēs (Kundziņš, 1937; Līcis, Ozoliņš, 1937; Zviedris, Maike, 1955; Rokjānis u.c., 2006 u.c.). Augšanas apstākļi

korelē ar baltalkšņa produktivitāti: nabadzīgās, pārmitrās augsnēs baltalksnim piemīt krūmāju raksturs, turpretī uz auglīgām māla un smilšmāla vai mālsmilts augsnēm tas sasniedz ievērojamus izmērus un samērā augstu produktivitāti (Ozols, Hibners, 1927).

Zinātnieku uzskati dalās jautājumā par to, kā baltalksnis vislabāk atjaunojas. Daži uzskata, ka baltalksnis vislabāk atjaunojas ar sēklām, bet citi ir pārliecināti, ka noteicošais faktors baltalkšņa straujai atjaunošanās gaitai ir tā spējai no snaudošajiem pumpuriem veidot atvases (Kundziņš, 1937; Rokjānis, 1957).

A. Kundziņš (1937) veicis plašus pētījumus par baltalkšņa veģetatīvo atjaunošanos atkarībā no audzes nociršanas laika. Viņš secina, ka visspēcīgākās atvases veidojas ziemas mēnešu (novembris–marts) izcirtumos, bet vasaras mēnešu izcirtumos atvases ir daudz vājākas.

R. Līcis un J. Ozoliņš (1937) novērojuši, ka celma un sakņu atvases baltalksnis veido vismazāk tad, ja ciršana veikta jūlijā, kad lapas ir sasniegušas maksimālo lielumu, jo šajā laikā baltalkšņa saknes lapu masas producēšanai atdod visvairāk barības vielu.

A. Kundziņš (1937) veicis pētījumus par baltalkšņa atvašu veidošanās gaitu atkarībā no celmu augstuma un ciršanas veida un secinājis, ka koku ciršanas veidam un celmu augstumam baltalkšņu atvasēs nav nozīmes, jo spēcīgas atvases rodas ne vien no celma, bet arī no galvenajām saknēm celma tuvākajā apkārtnē. Atvases no nocirsta koka celma un saknēm galvenokārt rodas no adventīviem pumpuriem.

Daļa autoru (Viļums, 1955; Docītis, 1953) uzskata, ka baltalkšņa sekmīgai atjaunošanās spējai galvenais priekšnosacījums ir baltalkšņa spēja bagātīgi veidot snaudošos pumpurus. J. Viļums secina, ka baltalkšņa izcirtumos uz 1 ha veģetatīvi veidojas no 91 līdz 159 tūkstošiem atvašu, no kurām 87–96% veido sakņu atvases, bet 4–13% – celma atvases. Palielinoties baltalkšņa vecumam, celma atvašu skaits samazinās. Savukārt J. Docītis atzīmē, ka baltalksnis ļoti labi atjaunojas ar sakņu un celma atvasēm, un atvases visbagātīgāk veidojas ziemas mēnešu (decembris–februāris) izcirtumos.

Plašus pētījumus par baltalkšņa biomasas apjomiem baltalkšņa I–II vecumklases audzēs veikuši zviedru (Telenius, 1999; Rytter, 1990), somu (Saarsalmi et al., 1992) un igauņu zinātnieki (Tullus et al., 1995, 1998; Uri et al., 2001; Uri, Tullus, 1999). Viņi konstatēja, ka sešgadīga baltalkšņa krāja plantācijā var sasniegt 25.3 t sausās masas ⁵ (SM) uz

³ Docītis, J. (1953) *Baltalkšņa saimniecības raksturojums Bauskas un Elejas rajonos*. Diplomdarbs, Rīga, 150 lpp.

⁴ Viļums J. (1955) *Baltalkšņu dabiskās apmežošanās gaita izcirtumos Bauskas MS*. Diplomdarbs, Rīga, 120 lpp.

⁵ sausa masa – gaissausa biomasas ar mitruma saturu – 20–25%.

1 ha (salīdzinājumam – dabīgi atjaunojusies sešgadīga baltalkšņa audze, kura nav kopta, var dot tikai 11.5 t ha⁻¹ SM) (skat. 1. tabulu).

Līdzīgi pētījumi veikti arī Somijā (Saarsalmi, 1995), Zviedrijā (Telenius, 1999) un Vācijā (Granhall, Verwijst, 1994), kur divgadīgas baltalkšņu audzes kopējā biomasā sasniedza 8–10 t ha⁻¹ SM, četrgadīgas – 32 t ha⁻¹ SM, piecgadīgas – 31 t ha⁻¹ SM, bet sešgadīgas – 51 t ha⁻¹ SM (1. tabula).

Kā liecina zinātnieku pētījumi, baltalkšņa plantācijas spēj dot ievērojamu biomasas pieaugumu, ja ir optimizēti tā augšanas apstākļi.

Zinātnieki secinājuši, ka baltalkšņa biomasas pieaugums plantācijas tipa stādījumos ir atkarīgs no tā vecuma un līdz 5 gadu vecumam nosakāms ar vienādojumu:

$$Y = 1.26 - 0.128x \quad (1)$$

pie ($P < 0.01$ $r^2 = 0.88$),

kur

y – relatīvais pieaugums, t ha⁻¹ gadā⁻¹;

x – vecums gados.

Baltalkšņa biomasas pieaugums dabiskas izcelsmes baltalkšņa audzēs ievērojami samazinās, palielinoties tā vecumam (Uri et al., 2001, 2008; Tullus et al., 1995, 1998).

Latvijā pēdējos gados notiek pētījumi, lai skaidrotu baltalkšņa audžu krāju un iegūstamo biomasu (Daugaviete, Daugavietis, 2008), kā arī tiek izstrādātas formulas baltalkšņa stumbra un zaru masas aprēķiniem (Miezīte, 2008).

1. tabula / Table 1

Baltalkšņa plantāciju biomasas rādītāji, pēc dažādu valstu zinātnieku pētījumiem
Parameters of grey alder plantation's biomass, data from different researchers

Baltalkšņa plantācijas vecums, gadi / Age of grey alder plantations, years	Virszemes biomasā / Above-ground biomass, t ha ⁻¹ SM*		Plantācijas raksturojums / Characteristics of the plantations	Valsts, zinātnieki, pētījumu veikšanas gads / Country, researchers, the year of investigations
	ikgadējā vidējā / medium annual	kopējā / total		
6	8.5	50.9	<i>Aegopodium</i> meža augšanas apstākļu tipā / <i>Aegopodium forest</i> <i>type</i>	Igaunija / Estonia Tullus, 1998
6	4.3	25.3	bez kopšanas un mēslošanas / without tending and fertilization	Igaunija / Estonia Uri, 2001
5	5.8–6	31	mēsloja / fertilized	Somija / Finland Saarsalmi, 1995
4	8	32	mēsloja, apūdeņota / fertilized, irrigated	Zviedrija / Sweden Rutter, 1990
5	12	60	mēsloja, apūdeņota / fertilized, irrigated	Zviedrija / Sweden Rutter, 1990
2	4–5	8–10	mēsloja / fertilized	Lielbritānija / Great Britain Granhall, Verwijst, 1994
5	17	85	mēsloja / fertilized	Lielbritānija / Great Britain Granhall, Verwijst, 1994
14	9.5	133	bez īpašas kopšanas / without special tending	Igaunija / Estonia Lohmus, 1996, Tullus, 1996, 1998
40	5.5	220	bez kopšanas / without tending	Igaunija / Estonia Lohmus, 1996, Tullus, 1996, 1998

* SM – sausa masa / dry mass

Līdz 2005. gadam pētījumi par baltalkšņa atjaunošanās gaitu, sēklu ievākšanu, stādu audzēšanu u.c. Latvijā netika veikti, lai gan baltalkšņa audžu platības, salīdzinot ar 1925. gadu, palielinājušās 48 reizes. Sākot no 2005. gada, šādi pētījumi tiek veikti LV Mežzinātnes institūtā „Silava” valsts pētījumu programmas „Lapu koku audzēšanas un racionālas izmantošanas pamatojums, jauni produkti un tehnoloģijas” ietvaros (Daugaviete, Daugavietis, 2007).

Pētījuma mērķis: noskaidrot baltalkšņa atjaunošanās gaitu dažādos meža augšanas apstākļu tipos, dabīgās atjaunošanās kvalitāti atkarībā no citu valdaudzes un pameža koku un krūmu klātbūtnes, kā arī 1-2-gadīga baltalkšņa atvasāju biomasu.

Materiāls un metodes

Pētniecības darbs tika veikts valsts pētījumu programmas projekta „Perspektīvas lapu koku audzēšanas tehnoloģijas izstrāde meža un nemeža zemēs patērētāju nodrošināšanai ar meža izejvielām” ietvaros. Darba uzdevumu izpildei izmantota valsts pētījumu programmas metodika parauglaukumu ierīkošanai un izvērtēšanai baltalkšņa audzēs. Tā veidota, pamatojoties uz LVMI „Silava” meža resursu monitoringa izstrādāto parauglaukumu ierīkošanas un datu uzskaites metodiku (Jansons, 2005).

Izvērtējot VMD sagatavoto meža datu bāzi (2005.–2006. g.), izvēlētas 12 baltalkšņu ziemas cirsma, kuru izstrādes laiks bija novembris–decembris vai janvāris–februāris gāršas (Gr), slapjās gāršas (Grs), vēra (Vr), slapjā vēra (Vrs), damakšņa (Dm), slapjā damakšņa (Dms) un platlapju āreņa (Ap) meža augšanas apstākļu tipā, katrā cirsma ierīkojot 3 parauglaukumus (2. tabula).

Baltalkšņa atjaunošanās gaitas izpētes pamatvienība bija aplveida parauglaukums (PL) ar 12.62 m lielu rādiusu horizontālā plaknē un 500 m² platību. Šajā parauglaukumā uzmērīja arī visus izcirtumā atstātos kokus vai koku celmus, lai izzinātu baltalkšņa veģetatīvās atjaunošanās gaitu atkarībā no koku izvietojuma un skaita uz platības vienību.

Parauglaukumos septembrī un oktobrī tika uzskaitītas visu tur atrodošos koku un krūmu sugu celmu un sakņu atvases: katras atvases augstumu uzmērīja ar precizitāti ± 1 cm un augstumu un sakņu kakla (viengadīgām atvasēm) un krūšaugstuma (divgadīgām un vecākām atvasēm) caurmēru reģistrēja centimetros.

Viengadīga baltalkšņa atvasāja biomasas aprēķinam katrā attiecīgā meža augšanas apstākļu tipā (MAAT) PL izmantota svēršanas

metode ar precizitāti ± 0.1 g, nosverot atlasītas, baltalkšņa viengadīga atvasāja vidējiem rādītājiem (D, sakņu kakla, cm, un H, m) atbilstošas 50 atvases bezlapotā stāvoklī.

Divgadīgu atvasāju masas noteikšanai izmantota viengadīga atvasāja biomasas aprēķinam līdzīga metode: 50 atlasītas, baltalkšņa divgadīga atvasāja vidējiem rādītājiem (D1.3, cm, un H, m) atbilstošas atvases nosvēra ar precizitāti ± 0.1 g katrā attiecīgajā MAAT.

Virszemes biomasas aprēķināta, katrā attiecīgajā vecuma grupā izskaitļoto vidējās atvases masu reizinot ar vidējo izskaitļoto atvašu skaitu uz 1 ha. Aprēķinos nav ņemta vērā pārējo pameža koku un krūmu atvašu biomasas.

Datu matemātiskā apstrāde un ticamības aprēķināšana tika veikta pēc matemātiskās statistikas metodēm, izmantojot „Microsoft Office Excel 2003” programmu un aprēķinot vidējos datus un standartnovirzes.

Rezultāti un diskusija

Mežaudžu dabiskās atjaunošanās kvalitāti ar celma un sakņu atvasēm ievērojami ietekmē cirsma atrodošos celmu skaits un izvietojums. Celmu daudzuma un izvietojuma uzskaites dati cirsma parādīja, ka dabiski veidojušās baltalkšņa audzēs koku skaits uz hektāra 39-52-gadīgās baltalkšņa dažāda MAAT audzēs svārstās robežās no 1040 līdz 2080 koki ha⁻¹ (1. attēls).

Jāatzīmē, ka baltalkšņu izvietojums dabiski atjaunojušajās baltalkšņu cirsma (vairumā gadījumu nekoptās audzēs) ir ļoti nevienmērīgs, kas izraisa arī nevienmērīgu atjaunošanos (2. attēls).

Parauglaukumos uzmērītajiem celmiem bija ļoti dažāds diametrs, kā tas parasti raksturīgs dabiskām baltalkšņa audzēm ar dažāda vecuma kokiem. Tomēr atvašu skaits ne vienmēr ir atkarīgs no celma diametra – tika uzmērīti arī celmi ar lielu diametru, bet ar maz atvasēm un otrādi, kas acīmredzot saistīts ar nocirsto koku vecumu.

Pētījumā iekļauto MAAT baltalkšņa ziemas (janvāris–februāris) izcirtumi sāka atjaunoties tā paša gada maija 2. dekādes beigās un 3. dekādē.

Celmu atvases 39-52-gadīgiem baltalkšņiem veidojas salīdzinoši vāji vai neveidojas vispār, jo zemu cirstiem baltalkšņiem veģetatīvā atjaunošanās parasti notiek ar celmam tuvu esošām sakņu atvasēm.

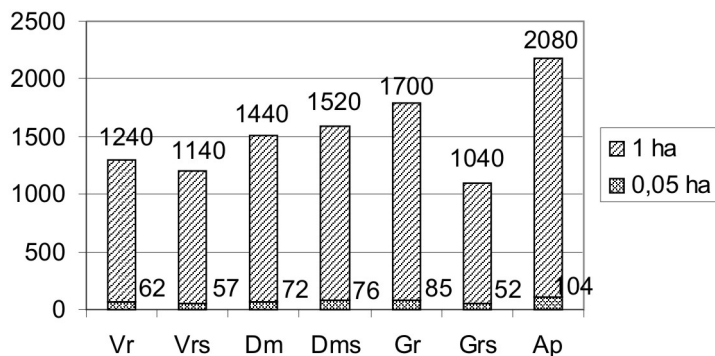
Celmu atvašu skaits pētījumā iekļauto MAAT 39-52-gadīgos baltalkšņu izcirtumos veidoja 6–26% no visu baltalkšņa atvašu kopskaita (3. attēls).

2. tabula / Table 2

Baltalkšņa atjaunošanās gaitas pētījumu parauglaukumu (PL) izvietojums un raksturojums
Site location and characteristics data of grey alder natural regeneration in the trial plots

PL Nr. / Plot No.	Atrašanās vieta / Site location	Meža tips / Forest type	Sugu sastāvs parauglaukumos / Composition of tree species in the trial plots	Vecums, gadi / Age, year	Cirsmas ierīkošanas gads, mēnesis / Cutting time of the stands, year, month
1.	Limbaži/Vitrupe 57°26.413' N 024°43.147' E	Vr,* <i>Oxalidosa</i>	7Ba ₄₀ 2E ₉₀ 1Oz ₆₀	40	2006. gada janvāris / January 2006
2.	Aizkraukle/Zalve 56°17.679' N 025°18.252' E	Vr,* <i>Oxalidosa</i>	9Ba ₄₅ 1B ₉₀	45	2006. gada janvāris / January 2006
3.	Aizkraukle/Zalve 56°18.462' N 025°106.080' E	Vrs,* <i>Myrtilloso- polytrichosa</i>	9Ba ₄₀ 1B ₇₀ +Oz ₉₀	40	2006. gada decembris / December 2006
4.	Aizkraukle/Zalve 56°18.146' N 025°17.185' E	Vrs,* <i>Myrtilloso- polytrichosa</i>	10Ba ₄₀ +Oz,Kl ₉₀	40	2006. gada decembris / December 2006
5.	Rīga/Ropaži 56°59.916' N 024°41.203' E	Dm,* <i>Hylocomiosa</i>	6Ba ₅₂ 2E ₉₂ 2B ₇₇ +Ma ₇₇ , A ₁₅	52	2006. gada novembris / November 2006
6.	Aizkraukle/Zalve 56°17.800' N 025°18.100' E	Dm,* <i>Hylocomiosa</i>	9Ba ₄₅ 1E ₇₀	45	2006. gada decembris / December 2006
7.	Aizkraukle/ Lielmēmele 56°17.736' N 025°18.043' E	Dms,* <i>Myrtilloso- sphagnosa</i>	8Ba ₄₀ 1E ₇₀ 1Ma ₇₀	40	2006. gada novembris / November 2006
8.	Aizkraukle/ Nereta 56°17.345' N 025°13.743' E	Dms,* <i>Myrtilloso- sphagnosa</i>	7Ba ₄₅ 1E ₇₀ 1B ₇₀ +Ma ₇₀ , A ₇₀	45	2006. gada janvāris / January 2006
9.	Aizkraukle/Zalve 56°32.410' N 024°37.809' E	Gr,* <i>Aegopodiosa</i>	8Ba ₄₃ 1E ₇₀ 1Oz ₆₀	43	2006. gada decembris / December 2006
10.	Aizkraukle/Valle 56°31.888 N 024°40.002 E	Gr,* <i>Aegopodiosa</i>	8Ba ₄₀ 1Ma ₇₀ + Oz ₇₀ , Kl ₇₀	40	2006. gada novembris / November 2006
11.	Rīga/Suntaži 56°51.048' N 024°52.579' E	Grs,* <i>Dryopteriosa</i>	8Ba ₄₀ 2B ₄₈ +Oz ₈₀ , Kl ₈₀	39	2006. gada decembris / December 2006
12.	Rīga/Suntaži 56°51.167' N 024°52.650' E	Ap,* <i>Mercurialiosa mel.</i>	6Ba2A1Os1B ₃₀	39	2006. gada decembris / December 2006

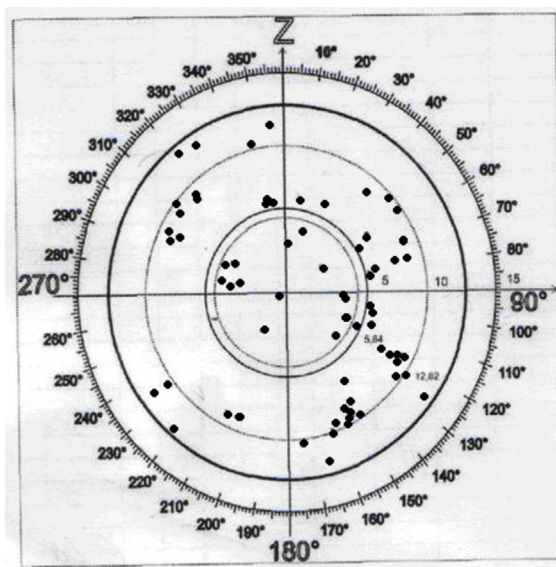
* Vr – *Oxalidosa*, Vrs – *Myrtilloso-polytrichosa*, Dm – *Hylocomiosa*, Dms – *Myrtilloso-Sphagnosa*, Gr – *Aegopodiosa*, Grs – *Dryopteriosa*, Ap – *Mercurialiosa mel.*



Vr – *Oxalidos*, Vrs – *Myrtilloso-polytrichosa*, Dm – *Hylocomiosa*, Dms – *Myrtilloso-Sphagnosa*, Gr – *Aegopodiosa*, Grs – *Dryopteriosa*, Ap – *Mercurialiosa mel.*

1. att. Baltalkšņa celmu skaits dažāda MAAT cismās, vidēji uz 1 ha, un parauglaukumos, gab.

Fig. 1. Number of grey alder stumps in the trial plots and in grey alder stands in different forest types, on average per ha.



2. att. Baltalkšņu celmu izvietojums parauglaukumā baltalkšņa damakšņa meža tipā.

Fig. 2. Location of grey alder stumps in the trial plot in the *Hylocomiosa* forest type.

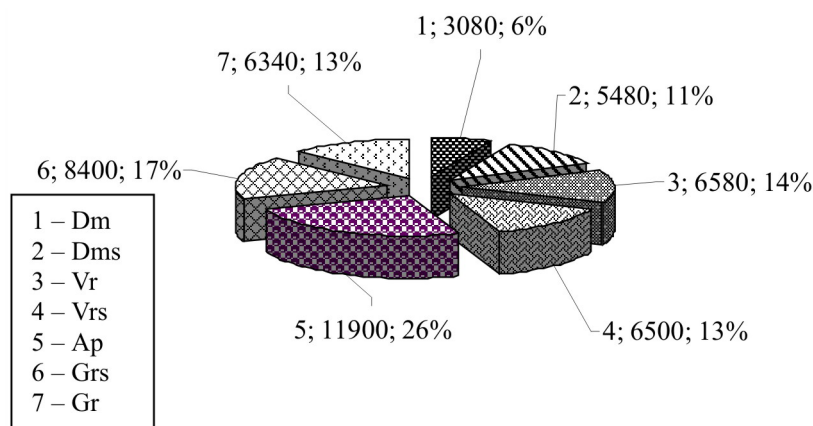
Viengadīgās cismās veiktā atvašu uzskaitē liecināja, ka cismās notiek intensīva baltalkšņa veģetatīvā atjaunošanās un atkarībā no MAAT veģetatīvi atjaunojas arī tādas koku sugas kā osis, kļava, ozols, apse un bērzs, bet no pameža krūmu sugām – ieva, lazda, kārkli, krūklī u.c. (3. tabula).

Atvašu skaits dažādos MAAT viengadīgos atvasējos svārstījās no 33 360 gab. ha⁻¹ vērī līdz pat 188 000 gab. ha⁻¹ platlapju bārenī. No atvašu kopējā skaita baltalkšņa atvases veidoja 67% (gāršā)–95% (damaksnī). Vēra, gāršas un slapjās gāršas MAAT ļoti lielu atvašu daudzumu veido pameža koku un krūmu sugas, kuras nākotnē var ietekmēt baltalkšņa saglabāšanos un jaunās audzes koku sugu sastāvu.

2007. gada pētījumi apstiprina iepriekšējo pētījumu datus (Kundziņš, 1969, 1937; Docītis, 1953; Viļums, 1955), t.i., ziemas mēnešu izcirtumos baltalksnis atjaunojas bagātīgi, veidojot 1. gadā pēc cirtes veikšanas 28.6–120.7 tūkst. un vairāk atvašu uz 1 ha atkarībā no MAAT, piemistrojuma sugām, veģetācijas blīvuma un augsnes mitruma apstākļiem.

Baltalkšņa bagātīgo atjaunošanos ar sakņu atvasēm lielā mērā nosaka tā fizioloģiskās īpašības – tā saknēm bagātīgi tiek pievadīts gaisa slāpekļis, ko veic aktinomicētes no *Frankia* ģints (Kramer, Kozlovski, 1979).

Atkārtotā dabīgi atjaunojušos lapu koku atvašu uzskaitē ierīkotajos parauglaukumos liecināja, ka jau



1 – *Hylocomiosa*, 2 – *Myrtilloso-sphagnosa*, 3 – *Oxalidosa*, 4 – *Myrtilloso-polytrichosa*,
5 – *Aegopodiosa*, 6 – *Dryopteriosa*, 7 – *Mercurialiosa mel.*

3. att. Baltalkšņa celmu atvašu skaita procentuālā attiecība, vidēji uz 1 ha.
Fig. 3. Proportion of grey alder stump shoots in different trial plots, on average per ha.

otrajā gadā pēc cirtes baltalkšņa atvašu skaits lielās konkurences dēļ samazinās, jo nomāktās atvases iet bojā: gāršā baltalkšņa atvašu skaits samazinājās vidēji par 16%, platlapju ārenī – par 46%, damaksnī – par 30%, vērī – par 25% (4. attēls).

Pētījumā iegūtos datus salīdzinot ar zviedru (Rytter et al., 2000) un igauņu (Uri et al., 2003) zinātnieku datiem, jāsecina, ka arī zviedru pētījumā konstatēts, ka jau otrajā gadā baltalkšņa atvašu skaits vidēji samazinās par 20%, bet trešajā gadā – vidēji par 37% no sākotnējā atvašu skaita uz hektāra. Pēc zviedru zinātnieku datiem, celma atvašu skaits baltalkšņa atvasājos vidēji ir 30% no kopējā atvašu skaita. Pēc mūsu datiem, viengadīgā baltalkšņa atvasājā celma atvašu skaits veido 9–15% no visu atvašu skaita.

Kā jau minēts iepriekš, baltalkšņa atvasājā ievērojamu daļu aizņem arī citu koku un pameža krūmu, piemēram, apses, oša, bērza, ievas un lazdas atvases, kas veido 5–35% no kopējā koku skaita uz 1 ha dažādos MAAT (4. tabula).

Baltalkšņa atvasāja augstuma mērījumi rādīja, ka viengadīgs baltalkšņa atvasājs vidēji sasniedz 1.00 ± 0.32 m augstumu un 1.30 ± 0.30 cm sakņu kakla diametru, bet divgadīgs atvasājs – 2.40 ± 0.25 m augstumu un 1.28 ± 0.22 cm krūšaugstuma caurmēru (5. attēls). Katrā vecuma grupā uzmērīto atvasāju skaits pārsniedza 5000. Salīdzinoši lielā standartklūda izskaidrojama ar ļoti lielām atvašu garuma svārstībām.

Pētījuma ietvaros tika izvirzīts jautājums: cik liela biomasā veidojas viengadīgā un divgadīgā baltalkšņa atvasājā? Lai uz to atbildētu, izmantojam svēršanas metodi (skat. 81. lpp). Iegūtos datus salīdzinājam ar zviedru (Rytter et al., 2000) un igauņu (Uri et al., 2003) zinātnieku aprēķina metodikām par

viengadīgu un divgadīgu baltalkšņa atvašu masas noteikšanu.

Divgadīgā baltalkšņa atvasāja masas aprēķinam tika izmantota igauņu zinātnieku Uri un Tullus (Uri et al., 2002) izstrādātā formula, pēc kuras

$$Y = a \cdot x^b, \quad (2)$$

kur

- y – atvases sausā masa, g;
- x = d · h (d – atvases sakņu kakla diametrs, cm; h – atvases augstums, m);
- a un b – konstantes (divgadīgam baltalkšnim $a=3.059$; $b=1.406$) (Uri et al., 2002).

Pēc O. Miezītes (2008) pētījumiem, līdz 3 cm resnu, bezlapotu baltalkšņu biomasas aprēķināšanai dabiski mitrā stāvoklī ir izmantojams regresijas vienādojums

$$y = 0.3427x^2 - 0.3063x + 0.1636, \quad (3)$$

bet absolūti sausas biomasas aprēķināšanai

$$y = 0.1529x^2 - 0.1408x + 0.0845, \quad (4)$$

kur

- x – koku caurmērs krūšaugstumā.

Īpaši nozīmīgi ir pētījumi par baltalkšņa stumbru tilpuma noteikšanu stumbriem ar caurmēru krūšaugstumā no 0.2 līdz 3 cm. O. Miezīte (2008) izstrādājusi vienādojumu baltalkšņa stumbra tilpuma (y) aprēķināšanai līdz 3 cm resniem kokiem,

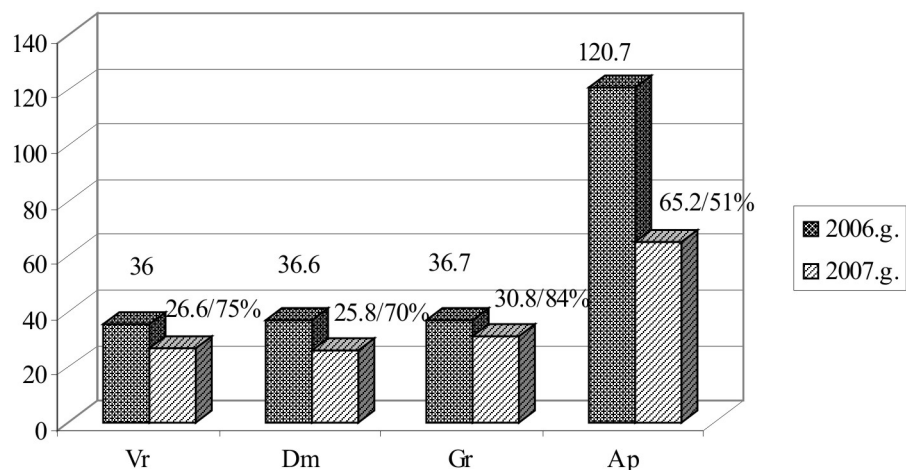
3. tabula / Table 3

Atvašu skaits parauglaukumos (PL) 2006/2007, pārrēķināts uz ha, gab.
The number of sprouts in the trial plots, recalculated per ha, 2006/2007

PL Nr. / Plot No.	Atrašanās vieta / Site location	Meža tips / Forest type	baltalkšņa / grey alder	Atvašu skaits uz ha, gab./% no visu atvašu kopskaita / Number of sprouts per ha/% of the total amount of sprouts	pameža / shrubs	kopējais / total
1.	Limbaži/Vitrupe 57°26.413' N 024°43.147' E	Vr, <i>Oxalidosa</i>	42 100/69	1200/2 (osis, kļava, goba / ash, maple, elm)	17 700/29 (lazda, ieva / hazel, bird-cherry)	61 000/100
2.	Aizkraukle/Zalve 56°17.679' N 025°18.252' E	Vr, <i>Oxalidosa</i>	28 600/86	160/- (osis / ash)	4 600/14 (ieva / bird-cherry)	33 360/100
3.	Aizkraukle/Zalve 56°18.462' N 025°106.080' E	Vrs, <i>Myrtilloso- polytrichosa</i>	32 900/78	320/- (osis / ash)	9 000/21 (ieva, kārkli / bird-cherry, osier)	42 220/100
4.	Aizkraukle/Zalve 56°18.146' N 025°17.185' E	Vrs, <i>Myrtilloso- polytrichosa</i>	32 300/79	440/1 (osis, ozols / ash, oak)	8 000/20 (ieva, kārkli / bird-cherry, osier)	40 740/100
5.	Rīgas/Ropaži 56°59.916' N 024°41.203' E	Dm, <i>Hylocomiosa</i>	36 800/95	1280/3 (bērzs, egļe, apse / birch, spruce, aspen)	800/2 (pīlādzis / rowan-tree)	38 880/100
6.	Aizkraukle/Zalve 56°17.800' N 025°18.100' E	Dm, <i>Hylocomiosa</i>	35 520/95	1500/2 (bērzs, egļe / birch, spruce)	1600/3 (lazda, pīlādzis / hazel, rowan-tree)	37 270/100
7.	Aizkraukle/Lielmēmele 56°17.736' N 025°18.043' E	Dms, <i>Myrtilloso-sphagnosa</i>	44 000/91	900/2 (bērzs, egļe / birch, spruce)	3 500/7 (lazda, kārkli / hazel, osier)	48 400/100
8.	Aizkraukle/Nereta 56°17.345' N 025°13.743' E	Dms, <i>Myrtilloso-sphagnosa</i>	34 000/88	1 550/4 (bērzs, apse / birch, aspen)	3 200/8 (lazda, kārkli / hazel, osier)	38 750/100

3. tabulas nobeigums / Table 3 (concluded)

9.	Aizkraukle/Zalve 56°32.410' N 024°37.809' E	Gr, <i>Aegopodiosa</i>	38 000/77	750/2 (kļava, ozols / maple, oak)	10 400/21 (ieva, lazda / bird-cherry, hazel)	49 150/100
10.	Aizkraukle/Valle/Salas 56°31.888' N 024°40.002' E	Gr, <i>Aegopodiosa</i>	35 500/67	1 250/2 (kļava, ozols / maple, oak)	16 200/31 (ieva, lazda / bird-cherry, hazel)	52 950/100
11.	Rīga/Suntaži 56°51.048' N 024°52.579' E	Grs, <i>Dryopteriosa</i>	41 900/68	5 600/9 (kļava, liepa, osis / maple, lime, ash)	14 520/23 (ieva, plūškoks, lazda, jāņoga, segliņš / bird-cherry, elder, hazel, red-currant, spindle-tree)	62 020/100
12.	Rīga/Suntaži 56°51.167' N 024°52.650' E	Ap, <i>Mercurialis mel.</i>	120 700/65	19 400/10 (apse, osis / aspen, ash)	47 900/25 (ieva, krūklis, zalktene, pīlāzis / bird-cherry, buckthorn, mezereon, rowan-tree)	188 000/100



Vr – *Oxalidosa*, Dm – *Hylocomiosa*, Gr – *Aegopodiosa*, Ap – *Mercurialiosa mel.*

4. att. Baltalkšņa atvasāja diferenciācija 2-gadīgos baltalkšņa atvasājos.

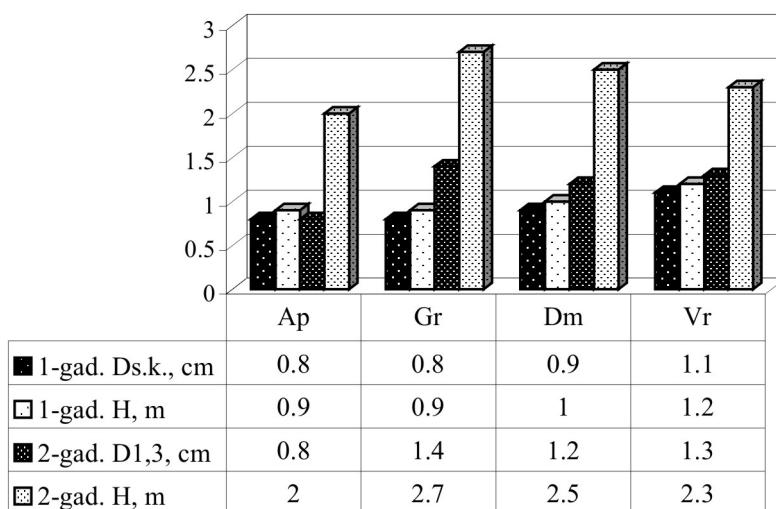
Fig. 4. The differentiation of the total amount of grey alder sprouts in 2-year old coppices.

4. tabula / Table 4

**Baltalkšņa biomasas veidošanās 1-2-gadīgos atvasājos dažādos meža
augšanas apstākļu tipos (MAAT), kg ha⁻¹**

Biomass accumulation in 1-2-year-old grey alder sprouts in different forest types, kg ha⁻¹

Rādītāji / Indices	MAAT / Forest type						
	Vr	Vrs	Dm	Dms	Gr	Grs	Ap
Atvašu skaits, 1-gadīgas/2- gadīgas / Number of sprouts, 1-yr/2-yrs	35.5/ 26.6	32.6/ 24.4	36.2/ 25.3	39.0/ 27.3	36.8/ 30.9	41.9/ 35.2	120.7/ 61.6
Vidējā atvases sausā masa, g atvase ⁻¹ , 1-gadīga/2-gadīga / Dry mass of sprout, g sprout ⁻¹ , 1-yr/2-yrs	45±2.3/ 140±10.5	45±2.3/ 140±10.5	45±2.3/ 140±10.5	45±2.3/ 140±10.5	35±1.9/ 110±7.8	35±1.9/ 110±7.8	30±1.7/ 90±5.9
Vidējā sausā biomasa 1-gadīgos baltalkšņa atvasājos, kg ha ⁻¹ / Biomass of 1-yr coppices, kg ha ⁻¹	1597	1467	1629	1755	1288	1467	3260
Vidējā sausā biomasa 2-gadīgos baltalkšņa atvasājos, kg ha ⁻¹ / Biomass of 2-yr coppices, kg ha ⁻¹	3724	3416	3542	3822	4048	4609	5544



Ap – *Mercurialis mel.*, Gr – *Aegopodiosa*, Dm – *Hylocomiosa*, Vr – *Oxalidosa*

5. att. Baltalkšņa atvašu vidējie augstumi (H, m) un caurmēri 1. un 2. augšanas gadā (1. gadā – D, sakņu kakla, cm; 2. gadā – D_{1,3}, cm) dažādos MAAT.

Fig. 5. The average parameters of grey alder sprouts in the 1st (H, m; D, root collar, cm) and 2nd (H, m; D_{1,3}, cm) growing year in different forest types.

izmantojot koka krūšaugsstuma caurmēru (x), pēc parabolas vienādojuma:

$$y=0.0004x^2-0.0003x+0.00009(R^2=0.99, p<0.05). \quad (5)$$

Izmantojot gan igauņu (Uri et al. 2003), gan latviešu zinātnieku (Miezīte, 2008) izstrādāto formulu un tajā ievietojot mūsu pētījumā iegūtos datus, tika aprēķināta baltalkšņa atvases vidējā sausā masa: viengadīgai atvasei – 4.5 g, bet divgadīgai – 25.7 g. Savukārt, veicot 50 vidējo atvašu svēršanu un sausās masas aprēķināšanu katrā MAAT, tika konstatēts, ka viengadīgas atvases sausās masas svārstījās no 30±1.7 līdz 45±2.3 g, bet divgadīgas atvases sausās masas svārstījās no 90±5.9 līdz 140±10.5 g.

4. tabulā apkopoti dati par biomasas uzkrāšanās gaitu baltalkšņa viengadīgos un divgadīgos atvasajos dažādos MAAT. Izmēģinājumos noteica, ka viengadīgu baltalkšņa atvasāju sausā biomasa veido no 1390 līdz 3260 kg ha⁻¹, bet divgadīgu – no 3416 līdz 5544 kg ha⁻¹ dažādos MAAT.

Pēc zviedru zinātnieku pētījumiem, viengadīgu baltalkšņa atvašu biomasa svārstās no 940 kg līdz 1130 kg ha⁻¹, divgadīgu – no 5000 līdz 6360 kg ha⁻¹, bet trīsgadīgu – 4720 līdz 6410 kg ha⁻¹ (Rytter et al., 2000). Šie dati sakrīt ar mūsu pētījumā iegūtajiem datiem. Lai gan igauņu zinātnieku dati par viengadīgu un divgadīgu atvasāju būtiski neatšķiras, tomēr konstatēts, ka lielākais baltalkšņa atvasāja biomasas pieaugums notiek 4.–5. gadā (Uri et al., 2003; Pregent et al., 1985).

Secinājumi

1. Damakšņa, gāršas, vēra sausieņu un slapjaiņu un platlapu āreņa MAAT baltalkšņa ziemas mēnešu izcirtumi sāk atjaunoties maija mēneša 2. dekādes beigās un 3. dekādē.
2. Celmu atvases 39-52-gadīgiem baltalkšņiem neveidojas vai veidojas salīdzinoši vāji. Celma atvašu skaits damakšņa, gāršas, vēra sausieņu un slapjaiņu un platlapu āreņa MAAT 39-52-gadīgu baltalkšņu cirmās veido 6-26% no visu baltalkšņa atvašu kopskaita.
3. Damakšņa, gāršas, vēra sausieņu un slapjaiņu un platlapu āreņa MAAT baltalkšņu izcirtumos kopējais lapu koku atvašu skaits svārstās no 33.4 tūkst. gab. ha⁻¹ līdz 188.0 tūkst. gab. ha⁻¹. No visu cirmā atrodošos atvašu kopskaita baltalkšņa atvases veido 67–95%.
4. Baltalkšņa atvasāja augstuma mērījumi parādīja, ka viengadīgs baltalkšņa atvasājs vidēji sasniedz 1.00±0.32 m augstuma un 1.30±0.30 cm sakņu kakla diametra, bet divgadīgs atvasājs – 2.40±0.25 m augstuma un 1.28±0.22 cm krūšaugsstuma caurmēra.
5. Baltalkšņa viengadīgas atvases sausās masas svārstās no 30±1.7 līdz 45±2.3 g, bet divgadīgas – no 90±5.9 līdz 140±10.5 g.
6. Baltalkšņa viengadīgu atvasāju sausā biomasa veido no 1390 līdz 3260 kg ha⁻¹, bet divgadīgu – no 3416 līdz 5544 kg ha⁻¹ gāršas, damakšņa, vēra un platlapu āreņa MAAT.

7. Baltalkšņa atvašu saglabāšanās un attīstība ir ievērojami atkarīgas no citu audzē atrodošos koku sugu atvašu daudzuma.

Literatūra

1. Avotiņš, A. (1962) Baltalkšņu audzes, to izplatība un saimnieciskā nozīme. *Jaunākais mežsaimniecībā*, 3. sējums. Rīga, Latvijas PSR ZA izdevniecība, 30.-46.
2. Berry, M.A., Torrey, G.J. (1985) Seed germination, seeding inoculation and establishment of *Alnus spp.* in containers in greenhouse trials. *Plant and Soil*, 87, 161-173.
3. Daugaviete, M. (2006) Baltalkšņa atjaunošanās gaita. *Baltalksnis Latvijā*. LVMI Silava, 76.-95.
4. Daugaviete, M., Daugavietis, M. (2007) The view of Grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) cultivation and utilization in Latvia. *Annals of Warsaw University of Life Sciences. Forestry and Wood Technology*, No. 61, 114-118.
5. Daugaviete, M., Daugavietis, M. (2008) The resources and availability of Grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) wood in Latvia. *Proceedings of the 4th meeting of the „Nordic Baltic Network in Wood Material Science & Engineering (WSE)”*. November 13-14, 2008, Riga, Latvia, 5-10.
6. Daugaviete, M., Ūsīte, A. (2006) Baltalksnis Latvijas mežu fondā. *Baltalksnis Latvijā*. LVMI Silava, 56-75.
7. Granhall, U., Verwijst, T. (1994) Grey alder (*Alnus incana*) – an N₂-fixing tree suitable for energy forestry. In: *Proceedings of 7th E.C. conference of Biomass for Energy and Industry*. Hall, D.O., Grass, G. and Schemer, H. (eds), Ponte Press, Bochum, Germany, 409-413.
8. Griffiths, A.P., McCormick, L.H. (1984) Effects of soil acidity on nodulation of *Alnus glutinosa* and viability of *Frankia*. *Plant and Soil*, 79, 429-434.
9. Jansons, J. (2005) *Metodika meža resursu struktūras izpētes parauglaukumu ierīcībai*. LVMI Silava, Salaspils, 12 lpp.
10. Johansson, T. (1999) Site index curves for Common alder and Grey alder growing on different types of forest soil in Sweden. *Scandinavian Journal of Forestry Research*, 14, 441-453.
11. Kramer, P.D., Kozlovski, T.T. (1979) *Physiology of wood plant*. AC Press New York, San Francisco, London, 256 pp.
12. Kundziņš, A. (1937) *Dažu faktoru ietekme uz baltalkšņa (Alnus incana Moench.) veģetatīvo atjaunošanos*. Rīga, Meža Departaments, 45 lpp.
13. Kundziņš, A. (1969) *Pētījumi par alkšņu (Alnus Gaertn.) ģinti Latvijas PSR*. Disertācijas autoreferāts, Jelgava, 50 lpp.
14. *Latvijas Meži*. (1987) Rīga, Avots, 84.-91.
15. Līcis, R., Ozoliņš, J. (1937) *Privātmežu apsaimniekošana*. MD, Rīga, 32 lpp.
16. McVean, D.N. (1955) Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. fruit formation. *Journal of Ecology*, 43, 46-60.
17. Melderis, K. (1939) *Mācība par mežu*. Rīga, a/s Valters un Rapa, 134 lpp.
18. *Mežagrāmata*. (1986) Rīga, Avots, 151.-173.
19. *Meža nozare Latvijā, 2008*. (2008) Rīga, Latvijas Kokrūpniecības Federācija, 7.-10.
20. Miezīte, O. (2008) *Baltalkšņu ražība un struktūra*. LLU Promocijas darba kopsavilkums Dr.silv. zina. grāda iegūšanai mežzinātnes nozarē Meža ekoloģijas un mežkopības apakšnozarē, Jelgava, 52 lpp.
21. Mūrnieks, P. (1948) *Baltalkšņa (Alnus incana (L.) Moench.) augšanas gaita Latvijas PSR*. Disertācijas tēzes, Rīga, 50 lpp.
22. Mūrnieks, P. (1950) *Baltalkšņa (Alnus incana (L.) Moench.) augšanas gaita Latvijas PSR*. *Meža Pētīšanas Institūta Raksti*, II sējums. Rīga, ZA izdevniecība, 7.-11.
23. Ozols, J., Hibners, E. (1927) Baltalkšņa audžu izplatība Latvijā, augšanas gaita un nozīme mežsaimniecībā. *Mežsaimniecības rakstu krājums*, V sējums. Latvijas mežkopju savienības izdevums, 43.-52.
24. Pregent, G., Camire, C. (1985) Biomass production by alders on four abandoned agricultural soils in Quebec. *Plant and Soil*, 87, 185-193.
25. Rokjānis, B. (1957) *Baltalkšņa mākslīgas ieaudzēšanas iespējas un augšanas gaita dažos meža augšanas apstākļu tipos*. Disertācija. LPSR, Rīga, 361 lpp.
26. Rokjānis, B., Liepa, I., Gaitnieks, T. (2006) Baltalkšņa *Alnus incana* (L.) Moench ieaudzēšana oligotrofos apstākļos. *Baltalksnis Latvijā*, LVMI „Silava”, 38.-49.
27. Rytter, L. (1990) *Biomass and nitrogen dynamics of intensively grown grey alder plantations on peatland*. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 120 pp.
28. Rytter, L., Sennerby-Forse, L., Alrikson, A. (2000) Natural Regeneration of Grey Alder (*Alnus incana* [L.] Moench.) Stands After Harvest. *Journal of Sustainable Forestry*, Vol. 10, 287-294.
29. Saarsalmi, A. (1995) *Nutrition of deciduous tree species grown in short rotation stands*. Academic dissertation, University of Joensuu, Finland, 60 pp.

30. Saarsalmi, A., Palmgren, K., Levula, T. (1992) Biomass production and nutrient consumption of *Alnus incana* and *Betula pendula* in energy forestry. *Folia Forestalia*, 797, p. 29.
31. Telenius, B.F. (1999) Stand growth of deciduous pioneer tree species on fertile agricultural land in southern Sweden. *Biomass and Bioenergy*, 16, 13-23.
32. Tullus, H., Uri, V. (1998) Grey alder (*Alnus incana*) as energy forests in Estonia. *Proceedings of the International Conference „Biomass for Energy and Industry”*, Wurtzburg, 919-921.
33. Tullus, H., Uri, V., Keedus, K. (1995) Grey alder as energy resource on abandoned agricultural lands. In: *Land Use Changes and nature Conservation in Central and Eastern Europe*. Abstracts of the International Conference, Palanga, Lithuania, June 5-8, 55-56.
34. Uri, V., Lohmus, K., Kiviste, A., Aosaar, J. (2009) The dynamics of biomass production in relation to foliar and root traits in grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) plantation on abandoned agricultural land. *Forestry*, 82(1), 61-74.
35. Uri, V., Tullus, H., (1999) Grey alder and hybrid alder as short-rotation forestry species. *Proceedings of the 4th Biomass Conference of Americas*. Oakland, California, USA, August 29–September 2, Volume 1, Edited by R.P. Overend and E. Chornet, 167-173.
36. Uri, V., Tullus, H., Lohmus, K. (2002) Biomass production and nutrient accumulation in short-rotation grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) plantation on abandoned agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 161, 1-3, 161-179.
37. Uri, V., Tullus, H., Lohmus, K. (2003) Nutrient allocation, accumulation and above-ground biomass in grey alder and hybrid alder plantations. *Silva Fennica*, 37, 301-311.
38. Vares, A. (2005) *The growth and development of young deciduous stands in different site conditions*. The thesis for applying for the doctor's degree in agricultural sciences in forestry. Tartu, 159 pp.
39. Zviedris, A., Maike, P. (1955) *Kolhozu meži un to apsaimniekošana*. Rīga, ZA izdevniecība, 35 lpp.