

Klinškalnu priedes (*Pinus contorta* Dougl. var *latifolia* Engelm.) koksnes mitrums jaunaudzēs vecumā

Linards Sisenis¹, Āris Jansons^{2*}, Līga Puriņa²,
Jānis Jansons², Baiba Džeriņa², Andis Ābele¹

Sisenis, L., Jansons, Ā., Puriņa, L., Jansons, J., Džeriņa, B., Ābele, A. (2012). Wood moisture of young lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl. var *latifolia* Engelm.) trees. Mežzinātne 26(59): 134-144.

Kopsavilkums. Koksnes kā atjaunojamās enerģijas avota nozīme pakāpeniski pieaug, un tiek meklēti risinājumi ciršanas atlieku pilnīgākai izmantošanai krājas kopšanas un galvenās izmantošanas cirtēs, kā arī speciāli šim mērķim ierīkojot īscirtmeta plantācijas. Viena no stādījumos uz nabadzīgām augsnēm piemērotām koku sugām varētu būt Klinškalnu priede. Pētījuma mērķis ir raksturot šīs sugas stumbra un zaru koksnes mitrumu kā vienu no enerģētiskās koksnes būtiskiem parametriem, kā arī ģenētiski noteiktās šī rādītāja atšķirības kokiem jaunaudzēs vecumā.

Pētījumā izmantotie dati ievākti 2009./2010. gada ziemas sezonā Klinškalnu priedes (*Pinus contorta*) eksperimentā Nr. 82, kas ierīkots 1985. gadā. Stādījumā ietvertas 15 brīvapputes pēcnācēju ģimenes no 3 proveniencēm, izvietotas bloku parcelēs pa 60 kokiem (12 × 5), 4 atkārtojumos. Dati iegūti vidēji no 19,4 paraugkokiem ģimenē, ievācot stumbra šķērsriezuma diskus 5 dažādos augstumos, zaļo zaru paraugu no katras vainaga ceturtdaļas un sauso zaru paraugu no sauso zaru zonas. Katrai stumbra un zaru sekcijai noteikts koksnes absolūtais un relatīvais mitrums, atbilstoši LVS CEN/TS 14774-2 standartam.

Rezultāti liecina, ka Klinškalnu priedes stādījumā jaunaudzēs vecumā ziemas miera periodā stumbra koksnes absolūtais mitrums vidēji ir 134 ± 1,1 %, zaļajiem zariem tas ir zemāks – 113 ± 1,1 %, sausajiem zariem vēl zemāks – 80 ± 4,1 %. Kopumā visiem biomasas komponentiem koka dimensijas izskaidro tikai nelielu daļu no novērotajām mitruma rādītāju svārstībām ($R^2 < 0,1$, izņemot sakarību caurmēram un koksnes mitrumam stumbra vidus daļā, kur $R^2 = 0,14$). Neviena virszemes biomasas komponenta mitruma atšķirības starp proveniencēm nav būtiskas, taču konstatēta statistiski būtiska ($p < 0,05$) ģimenes ietekme uz koksnes mitrumu visās stumbra sekcijās. Statistiski būtiski zemāks mitrums ir ģimenēm ar lielāko krāju un virszemes biomasu: tātad iespējama tāda ģenētiskā materiāla atlase, kas nodrošinātu gan augstu enerģētiskās koksnes apjomu, gan arī tās kvalitāti.

Nozīmīgākie vārdi: koksnes īpašības, introducēta suga, brīvapputes ģimene, proveniencē.

•••

¹ Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Meža fakultāte, Akadēmijas iela 11, Jelgava, LV-3001

² LVMI Silava, Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169, Latvija; *e-pasts: aris.jansons@silava.lv

Sisenis, L.³, Jansons, Ā.^{4*}, Puriņa, L.⁴, Jansons, J.⁴, Džeriņa, B.⁴, Ābele, A.³ **Wood moisture of young lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl. var *latifolia* Engelm.) trees.**

Abstract. Wood as a renewable energy source has an increasing importance in attempts to meet the demand for climate change mitigation (reduction of use of GHG emitting fossil fuels) and energy-independence. It is driving the increased use of logging residues from commercial thinning and clear-cuts. However, there are important both technological (economical) and ecological limitations on how much additional material can be gained in this way, therefore establishment of short rotation plantations for energy-wood production is encouraged and increasing. An introduced pine species – lodgepole pine (*Pinus contorta* var *latifolia*) – could be used as one of the alternatives for such biomass production plantations in Latvia, especially on poor, sandy soils. An important quality characteristic of biomass, determining the energy output, is moisture. Therefore aim of our study is to characterize moisture of stem and branches of young lodgepole pine trees and differences between genetic entries in this trait.

Study is based on data from trial in central part of Latvia Zvirgzde (56°41'N, 24°28'E). Trial is established on dry, sandy soil, *Vacciniosa* forest type, in year 1985 using 2 year old bare-rooted plants. Initial spacing 2 × 1 m (5000 trees ha⁻¹), no thinning carried out prior to measurements in December of year 2009 – January of year 2010. Experiment consists of 15 open-pollinated families of lodgepole pine, representing 3 provenances. On average 19.4 trees per family were sampled, representing the average diameter and diameter distribution of particular family. Tree height and breast height diameter were measured and cross-cut samples from stem at 5 different heights, green branches at 4 different green crown sections and dry branch from dry branch section (branches selected randomly from the average diameter class at particular crown section) were taken for the moisture analysis. Absolute and relative moisture was assessed according to standard LVS CEN/TS 14774-2.

Results reveal that average absolute moisture of lodgepole pine stem wood was 134 ± 1.1 %, ranging from 38 % to 187 %, for green branches – 113 ± 1.1 % (from 44 % to 166 %) and for dry branches – 80 ± 4.1 % (from 26 % to 183 %). Neither height, neither diameter (ranging 6.0 m to 12.4 m and from 5.9 cm to 17.5 cm respectively) of the tree was a significant predictor of wood moisture ($R^2 < 0.15$), especially for moisture of branches ($R^2 < 0.1$). Also provenance differences in wood moisture were not significant for any of the components of above-ground biomass. Family was a significant ($p < 0.05$) factor influencing variation in wood moisture. For the stem wood absolute moisture family mean values ranged from 125 % to 143 % and were statistically significantly lower for the group of families with largest above-ground biomass (per ha). Results indicate, that selection of best-performing genotypes (families) can ensure not only increase in energy wood production (amount), but

³ Latvia University of Agriculture, Forest faculty, 11 Akademijas str., Jelgava, LV-3001, Latvia

⁴ Latvian State Forest Research Institute "Silava", 111 Rīga str., Salaspils, LV-2169, Latvia,

*e-mail: aris.jansons@silava.lv

also its quality (lower moisture content).

Key words: wood traits, introduced species, open-pollinated family, provenance.

•••

Сисенис, Л.⁵, Янсонс, А.^{6*}, Пуриня, Л.⁶, Янсонс, Я.⁶, Джериня, Б.⁶, Абеле, А.⁵
Влажности древесины сосны скрученной (*Pinus contorta* Dougl. var *latifolia* Engelm.) в возрасте молодняка.

Резюме. Значимость древесины как возобновляемого ресурса энергии постепенно возрастает и изыскиваются решения полного использования лесозаготовительных отходов в рубках ухода и в рубках главного пользования, а также для этой цели устраиваются плантации с укороченным оборотом рубки. Одной из древесных пород, используемых в таких посадках на малоурожайных почвах, является сосна скрученная. Цель исследования – характеризовать влажность стволовой и сучковой древесины упомянутой породы как одного из существенных параметров энергетической древесины, в том числе определить генетически обусловленные различия данного показателя у деревьев в возрасте молодняка.

В исследовании обобщена и использована информация, полученная в зимнем сезоне 2009/2010 гг. на экспериментальном объекте №82, который заложен в 1985 году. Данная посадка включает 15 семейств потомков свободного опыления от 3 провениенций, размещенных в блоковых парцеллах по 60-ти деревьев (12 × 5) в 4-х повторностях. В среднем данные получены от 19,4 пробных деревьев семейства, используя ствольных дисков поперечного сечения, добытых на 5-ти разных высотах, а также образца зеленого сучка от каждой четвертушки кроны и образца сухого сучка из зоны сухих сучьев. Для каждой секции ствола и сучьев определены абсолютная и относительная влажность согласно стандарту LVS CEN/TS 14774-2.

В результате установлено, что в зимнем периоде покоя абсолютная влажность стволовой древесины у сосны скрученной в возрасте молодняка составляет в среднем $134 \pm 1,1$ %, у зеленых сучьев этот показатель сниженный – $113 \pm 1,1$ %, а у сухих сучьев еще ниже – $80 \pm 4,1$ %. В общем для всех компонентов биомассы дименсии деревьев разъясняют малую часть из наблюдаемых колебаниях показателей влажности ($R^2 < 0,1$, кроме связи диаметра и влажности древесины в средней части ствола, где $R^2 = 0,14$). Различия в влажности у всех компонентов в надземной части биомассы между провениенциями несущественные, но констатировано статистически существенное ($p < 0,05$) влияние семейства на влажность древесины во всех секциях ствола. Влажность статистически существенно пониженная у семейств с наивысшим запасом и надземной биомассой: значит возможен отбор такого генетического материала, который обеспечит как получение большого объема энергетической древесины, так и высокого её качества.

⁵ Латвийский сельскохозяйственный университет, Факультет леса, ул. Академияс 11, Елгава, LV-3001, Латвия

⁶ ЛГИЛ «Силава», ул. Ригас 111, Саласпилс, LV-2169, Латвия; *эл. почта: aris.jansons@silava.lv

Ключевые слова: свойства древесины, интродуцированная порода, семейство свободного опыления, провениенция.

Ievads

Klinškalnu priedei ir plašs izplatības areāls, kas aptver Ziemeļamerikas kontinenta rietumu daļu ASV un Kanādas teritorijā no 34° līdz 64° Z.p. Izdalītas vairākas pasugas, no kurām saimnieciski nozīmīgākā ir *Pinus contorta* var *latifolia* (Cinovskis, 1992). Klinškalnu priedes izmēģinājumi ierīkoti daudzās valstīs gan Baltijas jūras reģionā (Dānijā, Somijā, Norvēģijā, Zviedrijā, Islandē, Vācijā), gan citviet Eiropā (Lielbritānijā, Īrijā), tomēr saimnieciska izmantošana un ievērojami stādīšanas apjomi ārpus dabiskā izplatības areāla šai sugai ir tikai Zviedrijā (Elfving *et al.*, 2001; Hicks *et al.*, 2003; Lindelöw, Björkman, 2001; Pfeifer, 1993; Stephan, Lieserbach, 1995). Latvijā Klinškalnu priedes eksperimentālie stādījumi ierīkoti, sākot no 1982. gada Dr. Imanta Baumaņa vadībā. Šobrīd koku vecums tuvojas trešdaļai no potenciālā rotācijas perioda garuma, un ir iespējama audžu vispusīga novērtēšana, ietverot ne tikai augšanu, bet arī rezistenci un potenciālos izmantošanas veidus. Tas nepieciešams, lai sagatavotu bāzi lēmuma pieņemšanai par kādas sugas introdukciju. Īpaši tas attiecināms uz meža koku sugām ar garu rotācijas periodu.

Iepriekšējo analīžu rezultātā konstatēts, ka Klinškalnu priedei raksturīga augsta saglabāšanās, ātraudzība un līdz ar to salīdzinoši liela virszemes biomasa (Jansons *et al.*, 2012, manuskripts). Tas liecina par potenciālu iespēju izmantot šo koku sugu enerģētiskās koksnes ieguvei, īpaši stādījumos uz nabadzīgām smilts augsnēm, kur citas

ātraudzīgas sugas (kārkli, baltalksnis, papeles) nav piemērotas. Ņemot vērā, ka pieprasījums pēc koksnes, kā atjaunojama energoresursa, pieaug gan Latvijā, gan globālajā tirgū, ko lielā mērā nosaka centieni samazināt siltumnīcas efekta gāzu emisijas (Joshi & Mehmood, 2011; Nurmi & Lehtimäki, 2010; Tahvanainen & Forss, 2008; Yoshida *et al.*, 2010; Zhang & Polyakov, 2010), ir lietderīgi novērtēt ar šo koksnes izmantošanas veidu saistītos rādītājus. Viens no būtiskiem enerģētiskās koksnes kvalitātes rādītājiem ir mitrums, kas ietekmē no vienības iegūstamo enerģijas daudzumu. Mitrumam ir nozīmīga loma arī nosakot zāgmateriālu žāvēšanai patērējamo enerģiju (Fyhr & Rasmuson, 1997) un transportējamās kravas svaru – šajā virzienā Latvijā tiek veikti pētījumi prof. Līpiņa vadībā (Līpiņš, 2011). Zināms, ka koku sugas līmenī koksnes īpašību, piemēram, blīvuma, atšķirības nosaka ne tikai vide, bet arī ģenētiskie faktori, par kuru ietekmi uz koksnes mitrumu informācijas ir maz.

Tādēļ pētījuma mērķis ir raksturot *Pinus contorta* koksnes un zaru mitrumu, kā arī ģenētiski noteiktās šī rādītāja atšķirības kokiem jaunaudzēs vecumā.

Materiāls un metodika

Pētījumā izmantotie dati ievākti 2009./2010. gada ziemas sezonā Klinškalnu priedes (*Pinus contorta*) eksperimentā Nr. 82, kas ierīkots a/s „Latvijas valsts meži” Vidusdaugavas mežsaimniecības Vecumnieku iecirknī 1985. gadā, meža zemē (parastās priedes izcirtumā), mētrājā. Augsne sagata-

vota vagās, divgadīgi kailsakņu stādi iestādīti 2 × 1 m attālumā (biezums – 5000 koku uz ha). Stādījumā ietvertas 15 brīvapputes pēcnācēju ģimenes no 3 proveniencēm, kas izvietotas bloku parcelēs pa 60 kokiem (12 × 5), 4 atkārtojumos. Stādījumā pirms paraugkoku ievākšanas nav veikta kopšana. Dati iegūti no 291 paraugkoka (1. tab.).

Pētījumu objektā analizēto koku augstums svārstās no 6,0 m līdz 12,4 m, vidējā vērtība 10,7 ± 0,21 m, krūšaugstuma caurmērs ir robežās no 5,9 cm līdz 17,5 cm, vidēji 9,8 ± 0,28 cm. Ģimeņu vidējās augstuma un caurmēra vērtības paraugkokiem statistiski būtiski neatšķiras no vidējām vērtībām visiem to kokiem, korelācija starp paraugkoku un visu koku vidējām vērtībām ir cieša ($R^2 = 0,7$). Augstums līdz pirmajam zaļajam

zaram Klinškalnu priedei ir 4,5 ± 0,14 m, zaļais vainags kopumā aizņem 53 ± 1,3 % no koka garuma.

Koki nozāgāti, izmērīts to krūšaugstuma caurmērs un augstums, pēc tam izzāgāti diski koksnes mitruma noteikšanai – stumbra koksnei 1 m augstumā no sakņu kakla un turpmāk ik pēc 1/5 no atlikušā koka garuma, sekcijas numurējot virzienā no stumbra pamatnes uz augšu (apzīmēts attiecīgi S1, S2, S3, S4, S5), savukārt zariem – no nejauši izvēlēta zara sauso zaru zonā un no nejauši izvēlēta vidēja diametra zaļā zara katrā vainaga ceturtdaļā (sākot no vainaga apakšas attiecīgi Z1, Z2, Z3, Z4). Zaru paraugi ņemti vismaz 5 cm attālumā no koka stumbra un vismaz 10 cm gari. No visiem kokiem nav

1. tabula / Table 1

Pētījuma materiāla raksturojums
Characteristics of study material

Provenience Provenance	Ģimene Family	Paraugkoku skaits Number of sample trees	D, cm	H, m
Pink Mountain (lat. 57°00' long. 122°15'-45')	1	18	10,6 ± 1,1	9,8 ± 0,7
	2	17	10,5 ± 1,1	10,4 ± 0,6
	3	14	10,2 ± 1,1	9,0 ± 0,5
	4	22	10,6 ± 1,2	9,1 ± 0,6
	5	20	10,5 ± 1,1	9,4 ± 1,6
Fort Nelson (lat. 58°38' long. 122°41')	6	22	10,5 ± 1,1	9,2 ± 0,8
	7	20	10,4 ± 1,0	8,9 ± 1,0
	8	20	10,0 ± 1,1	9,3 ± 1,1
	9	21	11,1 ± 1,1	10,3 ± 0,6
Summit Lake (lat. 54°24' long. 122°37')	10	18	10,5 ± 1,1	9,9 ± 0,7
	11	22	11,0 ± 1,2	9,5 ± 0,9
	12	16	11,4 ± 1,4	10,4 ± 1,3
	13	19	10,9 ± 1,5	10,4 ± 1,2
	14	18	10,6 ± 1,2	10,0 ± 1,3
	15	24	11,4 ± 1,2	10,6 ± 1,3

Paskaidrojumi / Legend: H – augstums / height; D – caurmērs / breast height diameter.

iegūti visi paraugi: mazāks to skaits ir zaļajiem zariem (170 koki).

Katrai stumbra un zaru sekcijai noteikts koksnes absolūtais un relatīvais mitrums, atbilstoši LVS CEN/TS 14774-2 standartam. Vidējais visa stumbra un visu zaļo zaru mitrums noteikts kā vidējā svērtā vērtība, ņemot vērā stumbra (vai vainaga) daļas, no kuras paraugs ņemts, īpatsvaru kopējā stumbra (zaru) masā.

Pētījuma ietvaros ģenētisko faktoru ietekme vērtēta netieši, analizējot pazīmes vērtību atšķirības ģenētiski saistītu (radniecīgu) koku grupām (ģimenēm), kā arī proveniencēm.

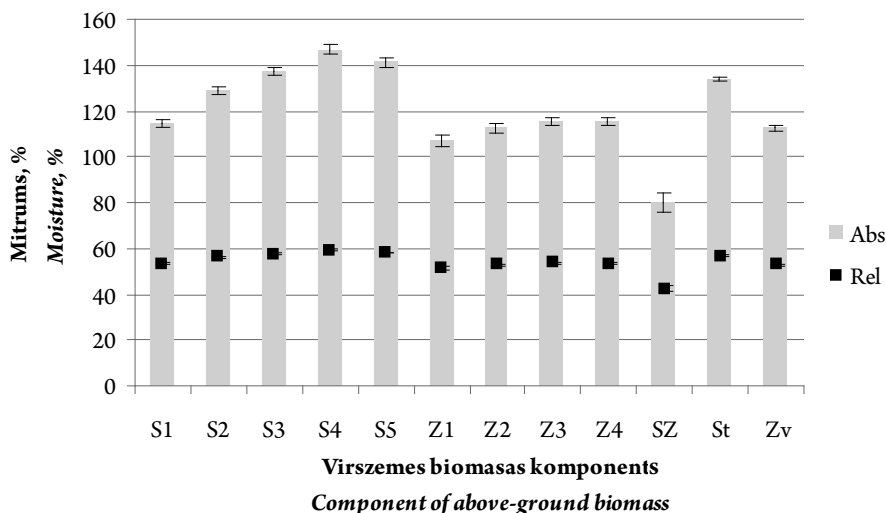
Datu atbilstība normālam sadalījumam stumbra un zaru sekciju ietvaros pārbaudīta ar Kolmogorova-Smirnova testu. Tā kā vairākās sekcijās koksnes mitruma vērtības atšķirās no normālā sadalījuma (Kolmogorova-

Smirnova testa p -vērtība $< 0,05$), vērtību salīdzināšanai lietots Mann-Vitneja U tests un Kruskala-Valisa tests, kas ir alternatīvas metodes t -testam un vienfaktora dispersijas analīzei, un var tikt pielietoti neatkarīgi no datu sadalījuma veida.

Rezultāti un diskusija

Koksnes mitruma rādītāji un koku dimensiju ietekme

Pētījuma rezultāti liecina, ka stumbra koksnes absolūtais mitrums Klinškalnu priedei ziemas miera periodā ir robežās no 38 % līdz 187 %, relatīvā mitruma vērtību amplitūda ir ievērojami zemāka – no 27 % līdz 65 %. Stumbra koksnes mitrums palielinās virzienā uz galotni, atšķirības starp paraugiem no dažādām stumbra daļām statistiski ir būtiskas ($p < 0,05$), izņemot stumbra 3. un 5. sekciju (1. att.).



1. attēls. Dažādu virszemes biomasas komponentu absolūtais un relatīvais mitrums.

Figure 1. Absolute and relative moisture of components of above-ground biomass.

Paskaidrojums / Legend: Abs – absolūtais mitrums/absolute moisture;

Rel – relatīvais mitrums / relative moisture.

Stumbra koksnes vidējais absolūtais mitrums ir $134 \pm 1,1$ %, zaļajiem zariem tas ir zemāks – $113 \pm 1,1$ %. Nav konstatētas nozīmīgas zaru mitruma atšķirības starp zaļā vainaga daļām, izņemot apakšējo ceturtdaļu, kur mitrums ir statistiski būtiski ($p < 0,05$) zemāks ($107 \pm 2,6$ %). Zaļo zaru absolūtā mitruma vērtību amplitūda stādījumā ir no 44 % līdz 166 %, relatīvā mitruma – no 31 % līdz 62 %. Vēl lielāka izkliede vērojama sauso zaru mitruma vērtībām – absolūtais mitrums no 26 % līdz 183 %, relatīvais mitrums no 21 % līdz 65 %. Šādu rezultātu izkliedi ietekmējis atšķirīgs zaru atmiršanas laiks un sadalīšanās stadijas, kas pētījumā atsevišķi nav analizētas, jo sausie zari veido vidēji tikai 8 % no kopējās virszemes biomasas. Vidēji nokaltušo zaru mitrums ir būtiski un ievērojami zemāks nekā citiem virszemes biomasas komponentiem – absolūtais mitrums $80 \pm 4,1$ %, relatīvais – $42 \pm 1,3$ %.

Klinškalnu priedei konstatētās koksnes mitruma vērtības ir nedaudz zemākas nekā līdzīga vecuma un dimensiju parastajai priedei (Libiete-Zālite, Jansons, 2011), toties līdzīga ir vērtību amplitūda. Citi autori, analizējot parastās priedes koksnes mitrumu ziemas periodā (galvenokārt ciršanas vecuma kokiem), norāda uz zemākām absolūtā mitruma vērtībām – robežās no 120 % līdz 129 % (Kalniņš, 1947; Kokins, 1977; Vaņins, 1950).

Individuālu koku līmenī konstatēta būtiska korelācija starp zaļo zaru koksnes mitrumu (gan absolūto, gan relatīvo) vainaga augšējās 3 ceturtdaļās ($r = 0,35$, $p = 0,01$), kā arī stumbra koksnes mitrumu 2., 3. un 4. sekcijā ($r = 0,68$), taču šo stumbra daļu (sekciju) koksnes mitruma korelācija ar

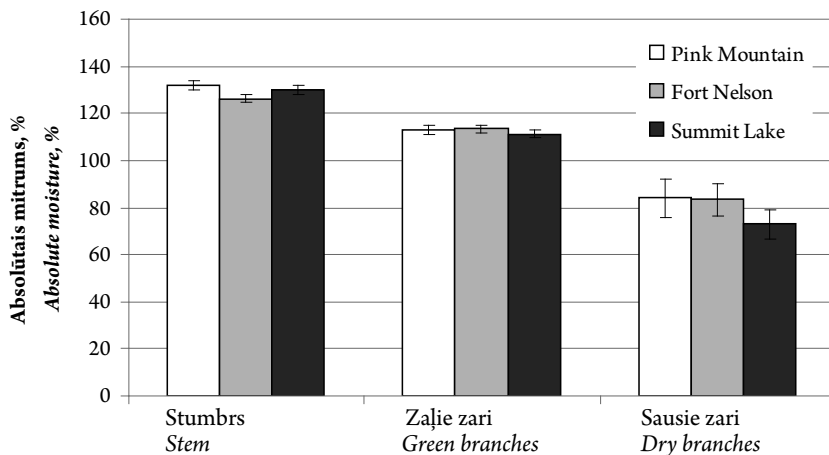
mitrumu 1 m augstumā un galotnes daļā ir vāja (attiecīgi $r = 0,20$ un $r = 0,07$).

Individuālu koku līmenī korelācija starp augstumu un koksnes mitrumu gan sausajiem un zaļajiem zariem, gan stumbram ir vāja ($r < 0,15$), izņemot stumbra 3. sekcijas mitrumu ($r = 0,25$, $p < 0,01$) un zaļā vainaga apakšējās daļas zaru mitrumu ($r = -0,16$, $p < 0,01$). Zaru mitruma korelācija ar koku caurmēru ir līdzīga kā ar augstumu, izņemot zaļos zarus 3. vainaga ceturtdaļā, kur $r = 0,16$ ($p < 0,05$). Stumbra mitruma korelācija ar koka caurmēru ir ciešāka nekā ar augstumu (vidēji $r = 0,25$, $p < 0,01$), it īpaši 3. sekcijai, kur $r = 0,36$ ($p < 0,01$). Kopumā visos gadījumos koka dimensijas izskaidro tikai nelielu daļu no novērotajam mitruma rādītāju svārstībām ($R^2 < 0,1$, izņemot caurmēra un 3. stumbra sekcijas koksnes mitruma korelāciju, kur $R^2 = 0,14$).

Ņemot vērā zemo koku dimensiju ietekmi uz koksnes mitrumu, kā arī metodiskā aprakstīto, ka paraugkoki atspoguļo ģimeņu vidējās koku dimensijas, izvēlētie paraugkoki ir izmantojami koksnes mitruma ģenētiski noteikto atšķirību izvērtējumam.

Mitruma rādītāju atšķirības starp ģimenēm un proveniencēm

Vērtējot vidējo stumbra, zaļo un sauso zaru absolūto un relatīvo mitrumu, starp proveniencēm būtiskas atšķirības netika konstatētas ($p > 0,05$; 2. att.). Analizējot stumbra un zaļā vainaga daļas atsevišķi, statistiski būtiskas proveniencu atšķirības koksnes mitrumam konstatētas tikai 3. stumbra sekcijai, ko, iespējams, daļēji skaidro proveniencu vidējā caurmēra atšķirības un šīs sekcijas koksnes mitruma



2. attēls. Virszemes biomasas komponentu absolūtā mitruma atšķirības proveniencēm.

Figure 2. Differences between provenances in absolute moisture of components of above-ground biomass.

relatīvi ciešākā saiste ar koka caurmēru.

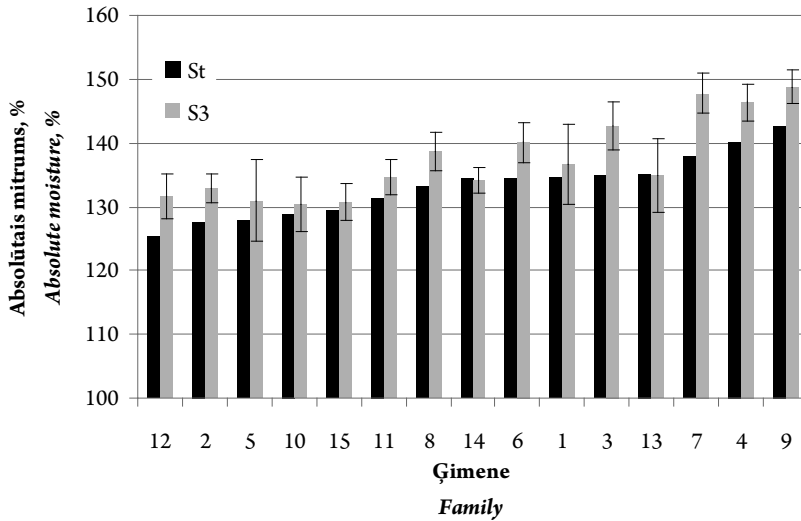
Konstatēta statistiski būtiska ($p < 0,05$) ģimenes ietekme uz koksnes mitrumu visās stumbra sekcijās. Vidējais absolūtais stumbra koksnes mitrums ir amplitūdā no 125 % līdz 143 %, zemākais tas ir ģimenēm 2, 5, 10, 12, 15 (vidēji 128 %), augstākais – ģimenēm 4, 7, 9 (vidēji 140 %), atšķirības ir statistiski būtiskas (3. att.). Visām ģimenēm ar zemāko koksnes mitrumu, izņemot divpadsmito, virszemes biomasas apjoms ir augstāks par vidējo eksperimentā (15. ģimenei tas ir pats augstākais) – tātad tās ir īpaši piemērotas biomasas ieguvei. Ģimenes Nr. 12. saglabāšanās stādījumā ir zema, kas nozīmīgi ietekmē kopējo biomasas apjomu – ja tās saglabāšanās sasniegtu vidējo eksperimentā, tad virszemes biomasas būtu līdzīga kā piecpadsmitajai (produktīvākajai) ģimenei.

Sauso zaru absolūtais mitrums ir robežās no $58 \pm 11,9$ % (ģimenei Nr. 15) līdz $105 \pm 19,4$; arī šo virszemes biomasas komponentu koksnes mitrums ir zemāks ģimenēm ar augstāko produktivitāti. Korelācija ģimeņu vidējo vērtību līmenī starp dažādiem virszemes biomasas komponentiem apkopota 2. tabulā.

Konstatēts, ka ģimeņu vidējo vērtību līmenī ciešākā saikne ir starp stumbra mitrumu dažādās sekcijās, īpaši ar 3. sekciju ($r = 0,75$, $p < 0,01$), korelācija starp stumbra un sauso zaru mitrumu ir mazāk cieša ($r = 0,54$, $p < 0,05$). Korelācija starp koksnes mitrumu 1 m augstumā un zaļā vainaga apakšējās ceturtdaļas zaru mitrumu ir vāja un statistiski nav būtiska. Stumbra mitrums vidēji ciešāk korelē ar zaru koksnes mitrumu vainaga vidusdaļā (otrajā un trešajā ceturtdaļā, attiecīgi $r = 0,52$ un $r = 0,56$). Rezultāti

liecina, ka stumbra koksnes mitruma analīzes paraugam 1 m augstumā ir izmantojamas vairākuma virszemes biomasas komponentu

mitruma raksturošanai – tātad perspektīvāko ģimeņu atlasei pēc šī rādītāja.



3. attēls. Ģimeņu vidējais stumbra (St) un tā vidusdaļas (S3) koksnes absolūtais mitrums.
 Figure 3. Family average absolute wood moisture of stem (St) and mid-section of stem (S3).

2. tabula / Table 2

Virszemes biomasas komponentu absolūtā mitruma korelācija ģimeņu vidējo vērtību līmenī
 Correlations of absolute moisture of components of above-ground biomass at family mean level

K	S1	S2	S3	S4	S5	SZ	Z1	Z2	Z3
S2	0,47								
S3	0,75	0,72							
S4	0,29	0,85	0,63						
S5	0,25	0,68	0,58	0,70					
SZ	0,53	0,55	0,62	0,48	0,52				
Z1	0,19	0,25	0,24	0,15	0,28	0,41			
Z2	0,63	0,50	0,69	0,43	0,36	0,29	0,31		
Z3	0,46	0,58	0,63	0,48	0,66	0,37	0,36	0,32	
Z4	0,26	0,65	0,29	0,57	0,32	0,32	0,41	0,31	0,57

Paskaidrojumi / Legend:

S – stumbra sekcijas / stem sections;

Z – zaļā vainaga sekcijas / green crown sections.

Secinājumi

1. Klinškalnu priedes stādījumā jaunaudzdes vecumā ziemas miera periodā stumbra koksnes absolūtais mitrums ir robežās no 38 % līdz 187 %, zaļo zaru absolūtais mitrums – no 44 % līdz 166 %, sauso zaru – no 26 % līdz 183 %.
2. Virszemes biomasas komponentu mitruma korelācija ar koka dimensijām (caurmēru, augstumu) kopumā ir vāja ($R^2 < 0,1$); nedaudz ciešāka tā ir tikai stumbra koksnes mitrumam, īpaši tā vidusdaļā ($R^2 = 0,14$).
3. Neviena virszemes biomasas komponenta mitruma atšķirības starp proveniencēm nav būtiskas, taču konstatēta statistiski būtiska ($p < 0,05$) ģimenes ietekme uz koksnes mitrumu visās stumbra sekcijās, turklāt mitrums statistiski būtiski zemāks ir ģimenēm ar lielāko krāju un virszemes biomasu.

Pateicība: pētījuma materiāls iegūts LVMI Silava realizētā ESF projekta „Ģenētisko faktoru nozīme adaptēties spējīgu un pēc koksnes īpašībām kvalitatīvu mežaudžu izveidē” (Nr. ESF 2009/0200/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/146) ietvaros.

Literatūra

- Cinovskis, R. (1992). Greizā priede. Mežzinātne, 1, 15.-21. lpp.
- Elfving, B., Ericsson, T., Rosvall, O. (2001). The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden – a review. Forest Ecology and Management, 141, 15-29.
- Fyhr, C., Rasmuson, A. (1997). Some aspects of the modelling of wood chips drying in superheated steam. International Journal of Heat and Mass Transfer, 40, 2825-2842.
- Hicks, B. J., McKenzie, F., Cosens, D., Watt, A. D. (2003). Harvestmen abundance and diversity within lodgepole and Scots pine plantations of Scotland and their impact on pine beauty moth population. Forest Ecology and Management, 182, 355-361.
- Joshi, O., Mehmood, J. S. (2011). Factors affecting nonindustrial private forest landowners' willingness to supply woody biomass for bioenergy. Biomass and Bioenergy, 35, 186-192.
- Kalniņš, A. (1947). Mežsaimniecības un kokrūpniecības produktu pārbaude. Latvijas Valsts izdevniecība, Rīga, 319 lpp.
- Kokins, L. (1977). Koksnes mitrums un tā samazināšana žāvēšanas procesā. Mežsaimniecība un Mežrūpniecība, 4, 35.-40. lpp.
- Lindelöw, A., Björkman, C. (2001). Insects on lodgepole pine in Sweden – current knowledge and potential risks. Forest Ecology and Management, 141, 107-116.
- Libiete-Zālite, Z., Jansons, Ā. (2011). Parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) sēkļu plantāciju un kontrolēto krustojumu pēcnācēju koksnes mitruma atšķirības. Mežzinātne 24, 78.-92. lpp.
- Līpiņš, L., Sarmulis, Z., Millers, M. (2011). Cik blīva un mitra ir Latvijas koksne? Baltijas Koks, 4(128), 28.-29. lpp.

- Nurmi, J., Lehtomäki, J.** (2010). Debarking and drying of downy birch (*Betula pubescens*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) fuelwood in conjunction with multi-tree harvesting. *Biomass and Bioenergy*, 35, 3376-3382.
- Pfeifer, A. R.** (1993). Lodgepole pine IUFRO provenances in Ireland. Summary of results of 9 years. In: *Pinus contorta – from untamed forest to domesticated crop*. Report 11, Umea, 194-208.
- Stephan, B. R., Liesebach, M.** (1995). Growth performance and wood characteristics of five *Pinus contorta* progenies. *Silvae Genetica*, 44, 243- 248.
- Tahvanainen, T., Forss, E.** (2008). Individual tree models for the crown biomass distribution of Scots pine, Norway spruce and birch in Finland. *Forest Ecology and Management*, 255, 455-467.
- Vaņins, S.** (1950). *Koksnes zinātne*. Latvijas Valsts izdevniecība, Rīga, 464 lpp.
- Yoshida, T., Sasaki, H., Takano, T., Sawabe, O.** (2010). Dewatering of high-moisture wood chips by roller compression method. *Biomass and Bioenergy*, 34, 1053-1058.
- Zhang, D., Polyakov, M.** (2010). The geographical distribution of plantation forests and land resources potentially available for pine plantations in the U.S. South. *Biomass and Bioenergy*, 34, 1643-1654.