

**СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ЛЕСА ИМ. В.Н. СУКАЧЕВА**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.Э. БАУМАНА
МЫТИЩИНСКИЙ ФИЛИАЛ**

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ
ПО СОВРЕМЕННЫМ ПРОБЛЕМАМ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ**

**СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЁВА**



СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ДРЕВЕСИНЫ – 2018

Материалы

**VI Международного симпозиума имени Б.Н. Уголева,
посвященного 50-летию Регионального Координационного совета
по современным проблемам древесиноведения
10–16 сентября 2018 г., Красноярск**

(ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ)



Красноярск 2018

IS WOOD SCIENCE EXISTING?

X. DEGLISE

Full Member of the French Academy of Agriculture (Forest and forest-based products section), Fellow and former President of IAWS (International Academy of Wood Science), LERMAB ENSTIB / University of Lorraine, Nancy, France (savier.deglise@univ-lorraine.fr)

1 – Some simple remarks [1]:

At first I need to give some basic definitions. For me, wood science is a finalized or targeted research/development activity applying basic sciences to wood properties, behavior, processing, weathering...

- a wood scientist is in fact a specialist either in mechanics, or physics, or chemistry, or biology...
- a wood engineer is a generalist “understanding” all scientific and technical fields involved in wood properties, processing, marketing...

To answer the problems occurring in wood industry, we need to develop applied research in various fields, such as: sawing, drying, machining, gluing, protecting, finishing, connecting, (assembling), building, bio-refinery (pulp, polymers, chemicals bulk and fine...), bio-energy, recycling (for example million tons of furniture waste) and eliminating or upgrading end of life wood products.

How is it possible to answer to these problems?

- With Basic Knowledge and Characterization of: Wood, Associated products and Involved processes.
- With Curiosity, Culture, Knowledge of the old techniques.
- With Innovation which is at the borders between scientific and technical fields, between different scientific or technical fields. But very often basic scientists or researchers are not innovators, studying deeper and deeper their own domains.

Who are the actors and where it will be performed?

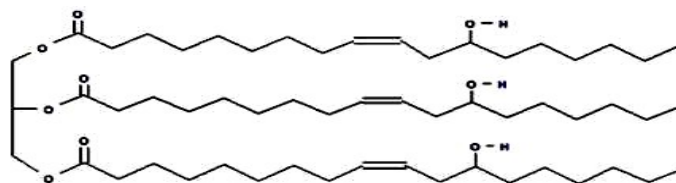
- Wood engineers, in a SME, in a multidisciplinary R/D Team or in a multidisciplinary university lab.
- Not with Nobel Prize winners!
- Better with IAWS fellows, or potential Wallenberg Prize Winners and Schweighofer Prize Winners... or simply open-minded wood scientists!

But never forget that Wood Research is a “back and forth” continuum between Basic research, Industrial Research, Innovation.

2 – A personal itinerary from basic science to wood industrial research

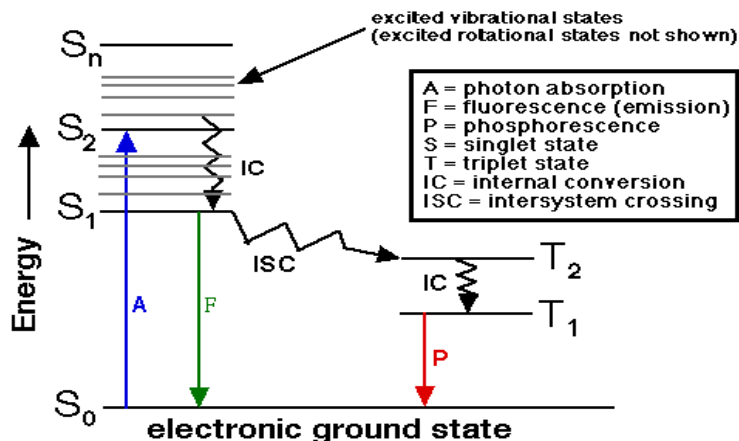
2.1 Start on bio-based polymers

Chemical engineer in a plant producing (always) Rilsan as Polyamide 11 which is a sustainable (bio-sourced) polymer, the only polyamide derived (photo-nitroztion) from castor oil plant-based renewable resources: Ricinoleic acid



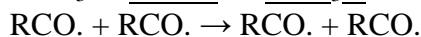
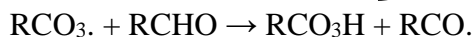
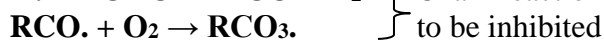
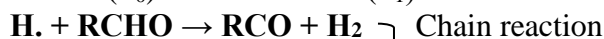
2.2 Photophysics/ Photochemistry/Photooxidation

Modeling of Electronic Energy Transfer between Excited States: Triplet states (T_1 , T_2) and Singlet States (S_1 , S_2 , ... S_n) of different molecules within molecular distances. (Theoretical Chemistry). It was important to understand the photo-yellowing of paper and surface photo degradation of wood with lignin as the absorbing moiety in wood and “photo-initiator” for color changes and surface roughening.



Photooxidation is a reaction involved in photodegradation of surfaces, food products...

A model reaction was studied with Photooxidation of E-isomer of (*E*)-2-Butenal (crotonaldehyde)



This reaction was useful to understand the different ways of polymers, organic or biomolecules, wood oxidation. The role of phenol compounds existing in wood and extractives in the wood color stabilization, protection and the stabilization of coatings was better understood.

IR spectroscopy was used to analyze the products and O_2 consumption for the kinetics, and mechanism of reaction. Now IR spectroscopy is used as identification tool, sometimes without understanding how it works. In that case the interpretation of results could be doubtful!

2.3 NIRS

Qualitative and quantitative NIRS requires the application of multivariate calibration algorithms and statistical methods (i.e. chemometrics).

The NIR method relies on the spectra - structure correlations existing between a measured spectral response caused by harmonics and combinations of the fundamental vibrations occurring at infrared frequencies... it's not only a simple bar-code monitoring system!

3 – Wood Physical Chemistry for Wood Industrial Research?

After a survey of our expertise in Physical Chemistry (Kinetics, photochemistry, surface science...) we have chosen topics of a real industrial interest:

- Wood adhesion and adhesives
- Wood photochemistry
- Wood durability and weathering
- Wood finishing.

3.1 Adhesion/Adhesives

We start with the application of theories of adhesion for the characterization of clean and aged (light, migration of extractives...) wood surface. Then we have studied the kinetics of Hydrolysis of UF resins by Differential scanning calorimetry (DSC) for an adhesive industry.

We were the first to apply Thermo chemical analysis (TMA) to study the cross-linking of Wood/Amino/Plastic Adhesives joints. DSC with kinetics analysis (Kissinger model) and TMA were applied to the characterization of amino plastic adhesives.

Formaldehyde free and tannin based adhesives have been developed with a great success by A. Pizzi [2].

3.2 Wood Photochemistry

This domain is the heart of “my” Physical Chemistry!

It is and has been strongly developed even if it is a seldom research domain but with important applications linked to the quality and aesthetic of the wood surface outside and inside. It's the first impression, when you buy a piece of furniture or a house.

Different topics have been studied:

- mechanisms of wood Photo-degradation
- wood surface color measurement
- wood photo-stabilization with additives or with pretreatment
- wood finishes System Durability
- influence of Tg (glass or better softening temperature)
- weathering (natural and accelerated)
- curing of finishes under UV and Visible light.

The molecular mechanism of solar photo-degradation of solid wood or yellowing of newspaper is well known now.

Photo discoloration (yellowing) is the first step of wood photo degradation, exclusively due to the long lifetime phenoxy radical absorbing at 430nm. This radical is coming from lignin which absorbs UV and Visible light through the two chromophoric groups A and B of the lignin structure [2]. It undergoes photo-discoloration of wood, more for softwood than hardwood, more for sapwood than heartwood. Then after longer time, we observe a roughening of the surface.

3.3 Wood stabilization in outdoor conditions

If we accept the roughening of the surface and graying of wood we can keep wood without any treatment. But generally we use a surface treatment, with a finish, to protect it.

Wood/finish systems are degraded during their outdoor exposure by UV, Heat, O₂ and H₂O (dimensional variations).

To increase the durability the solutions are:

- apply a well formulated coating in clean conditions
- surface waterproofing
- photo-stabilization of wood (Anti UV, UV Screeners, extractives from durable species)
- wood thermal or photochemical treatment
- permanent stabilization of wood by chemical modifications
- photo-curing a wood surface composite.

To apply a well formulated coating in clean conditions, on a stable wood we need to take in account:

- the coating penetration into the substrate
- the wood surface energy and wetting
- the adhesion
- the wood surface preparation

- and eventually, the promoting of adhesion (Corona or Plasma treatment).

Surface waterproofing by

- Plasma treatment with fluorinated or silicone compounds
- Corona treatment with ethylene giving a polyethylene film

Photoprotection of Wood

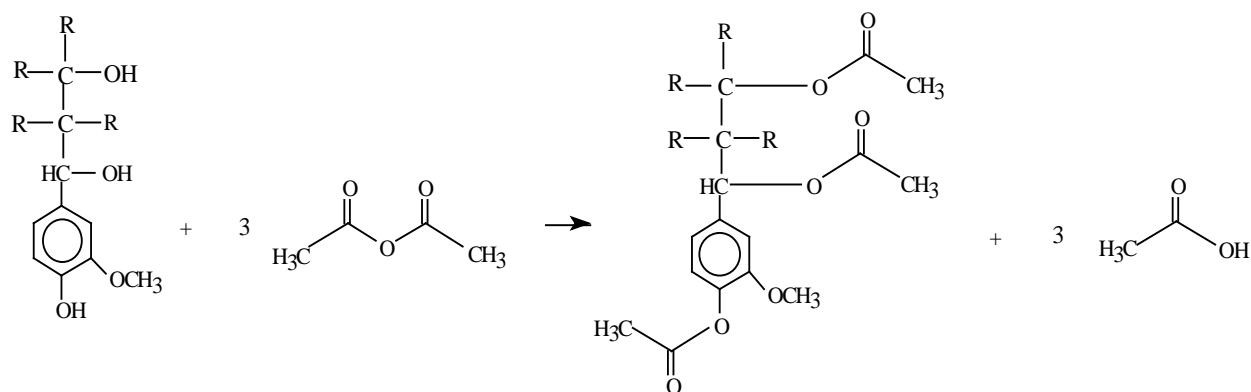
To prevent the wood surface from photodegradation and color changes by adding or grafting chemical products such as UV Absorbers or Hals (Hindred amines as light stabilizers. The antioxidants are not necessary, as wood itself has antioxidant properties with the polyphenolics extractives (tanins...).

Wood thermal or Photochemical treatment

To obtain a stable aspect with a darker color a thermal treatment is applied at temperatures lower than 300°C. There is a stabilization of wood toward water, with a degradation of mechanical properties. It's mainly used for claddings and parquets.

Permanent stabilization of wood by chemical modifications

A lot of chemicals are able to modify wood. We have only to look at the reactions with OH groups in alcohols. The best one which is used at the industrial scale is the acetylation of hydroxyl groups in the aliphatic and the aromatic part of the lignin and hydroxyl groups of cellulose.



Such modified wood is sold under ACCOYA brand.

4 – Conclusion

“Physical Chemistry” is really the basis of understanding all wood properties, processes (machining, adhesion, protection, durability, artificial weathering...).

With Genetics and Silviculture, “Physical Chemistry” is the best way to: upgrade the properties and qualities of Wood and inventing new materials ... with Wood which will be very expensive in the future!

“Physical Chemistry” allows the transformation of wood wastes into valuable feedstock... for Chemicals and Energy.

Wood has two main uses: 1 - Material for Building, Joinery, Furniture, all kinds of Boards.

2 - Feedstock for pulp, bio-sourced chemicals, polymers and fuel.

REFERENCES

1. *Deglise X.* Academy Lecture, 2007, IAWS annual conference http://www.iaws-web.org/files/file/2007-Kyoto-Deglise_Acad_lecture.pdf
2. *El Mansouri N., Pizzi A., Salvadó J.* Lignin-based wood panel adhesives without formaldehyde // *Holz als Roh- und Werkstoff*, 2007, 65: 65. <https://doi.org/10.1007/s00107-006-0130-z>
3. *George B., Suttie E., Merlin A., Deglise X.* Photodegradation and photostabilisation of wood - the state of the art // *Polymer Degradation and Stability*, 2005, 88. Pp. 268 – 274.

ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА РАЗВИТИЕ ГОДИЧНОГО КОЛЬЦА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Н.В. АСТРАХАНЦЕВА, Л.И. РОМАНОВА, Д.С. СОБАЧКИН

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия, (astr_nat@mail.ru, biochem@ksc.krasn.ru, don.375@yandex.ru)

Для детализации процессов, происходящих в сосновом молодняке в ответ на рубки ухода различной интенсивности, исследовали изменение характеристик годичного кольца ксилемы сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. Эксперимент был заложен сотрудниками лаборатории лесоведения в 2009 г. в сосновых молодняках естественного происхождения, возникших на старопахотных землях в окружении сосняков зеленомошно-разнотравных в Емельяновском районе Красноярского края. Опытные площадки площадью 0,04 га заложены в следующих вариантах: 1 п.п. – контроль (40700 шт./га), 2 п.п. – слабое прореживание (16800 шт./га, интенсивность рубки 59 %), 3 п.п. – среднее прореживание (9500 шт./га, 77 %), 4 п.п. – сильное прореживание (2900 шт./га, 93 %). Возраст деревьев на момент закладки опыта 7-8 лет.

В 2016 году с каждой площадки у 3-5 близких по внешним параметрам господствующих деревьев на уровне комля отбирали образцы ксилемы, которые фиксировали в смеси спирт/глицерин/вода (1/1/1). С помощью санного микротомы делали поперечные срезы толщиной 10-25 мкм для изучения числа клеток ранней и поздней ксилемы и толщины стенок трахеид. Срезы окрашивали флороглюцином или метиловым зеленым. Измерения проводили в 10-ти повторностях на каждом образце.

В 2016 году у модельных деревьев отмечено последовательное увеличение от контроля к площади с сильным прореживанием высоты (от 5,7 до 6,8 м) и диаметра ствола (от 5,1 до 10,8 см). Ретроспективный анализ показал сходную картину для диаметра ствола модельных деревьев перед началом эксперимента – в 2008 году он увеличивался от 2,6 до 3,7 см соответственно. Различия между контрольными деревьями и особями из варианта со слабым прореживанием по приростам ксилемы с 2009 по 2016 годы было не велики, одновременно отмечалась тенденция к снижению приростов ксилемы после проведения рубок ухода. В варианте с сильным прореживанием приросты в 2009-2016 гг. были выше, чем приросты до проведения рубок ухода и в 2016 г. по ширине слоя превысили контроль в 3,2 раза, а по числу клеток в 2,8 раза (Рис. 1, 2).

По содержанию поздней древесины модельные деревья также отличались. В 2008 году в контроле содержание поздней древесины было максимальным (27 %), в других вариантах варьировало от 18 до 22 %. Первой реакцией на рубки ухода было увеличение на 7-12 % содержания поздней древесины (на фоне снижения на 2 % в контроле в 2009 году). В дальнейшем на п.п. 2 содержание поздней древесины было на четыре и более процента выше, чем в контроле (п.п. 1), на п.п. 3 близко, а на п.п. 4 на два и более процента ниже, чем в контроле. Таким образом, процентное содержание поздней древесины зависело от интенсивности рубки и снижалось с увеличением темпов роста ствола по диаметру.

Изменение доли поздней ксилемы было обусловлено на пробных площадях 1-3 изменением числа клеток ранних трахеид (Рис. 1), тогда как количество клеток поздних трахеид варьировало синхронно и по большей части различие в их числе между вариантами 1-3 было недостоверным, за исключением двух последних лет (Рис. 2). На п.п. 2 после проведения рубок ухода отмечено заметное снижение числа ранних трахеид по сравнению с контролем, в варианте с более сильным прореживанием число ранних трахеид оставалось несколько большим, чем в контроле. На пробной площади 4 после интенсивного прореживания отмечен рост числа ранних трахеид (в два раза по

сравнению с контролем), число поздних трахеид резко возросло в первый год эксперимента, в дальнейшем различия также были велики (в 1,5-2 раза выше, чем в контроле).

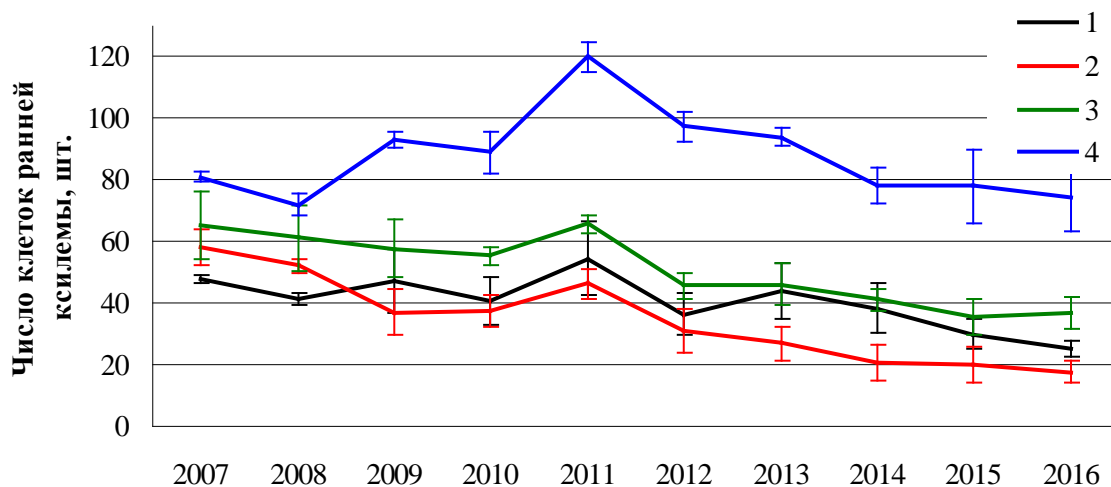


Рис. 1. Изменение числа клеток ранней ксилемы у модельных деревьев сосны обыкновенной до и после проведения рубок ухода. 1 – контроль (40700 шт./га), 2 – слабое прореживание (16800 шт./га), 3 – среднее прореживание (9500 шт./га), 4 – сильное прореживание (2900 шт./га).

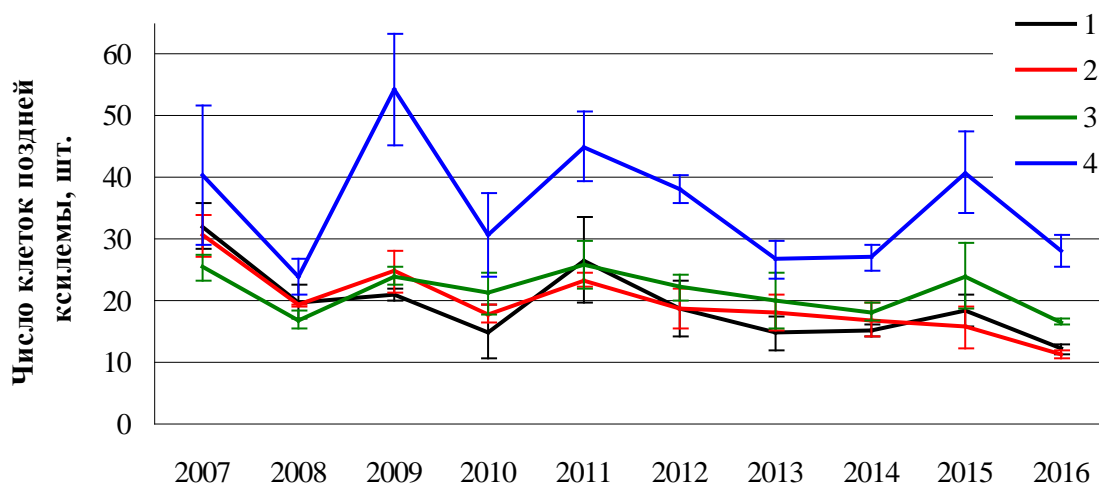


Рис. 2. Изменение числа клеток поздней ксилемы у модельных деревьев сосны обыкновенной до и после проведения рубок ухода. Обозначения см. Рис. 1.

По радиальным размерам ранних и поздних трахеид модельные деревья с разных пробных площадей достоверно не отличались и только в варианте с самым сильным прореживанием, начиная с 2012 года, отмечено увеличение размеров ранних и поздних трахеид по сравнению с другими вариантами.

Средняя толщина тангентальной стенки ранних и поздних трахеид в контроле увеличивалась постепенно и к 2016 году стала больше, чем в 2008 на 12 и 16 %-тов соответственно. В ответ на рубки ухода толщина стенок ранних трахеид выросла уже в первый год эксперимента с максимумом на п.п. 4, далее продолжала расти и к 2016 стала выше, чем в 2008 году на 19-24 %. Толщина стенок поздних трахеид в 2009 году выросла на 4-6 %, в дальнейшем она почти не менялась и в 2016 году контроль приблизился к опытным вариантам.

Так как на п.п. 2 толщина стенок ранних и поздних трахеид стала выше, чем в контроле уже в первый год эксперимента, то при снижении в 2016 году ширины слоя ксилемы на 28 % по сравнению с контролем, суммарная толщина всех тангентальных стенок трахеид была ниже всего на 15 %. Суммарная толщина тангентальных стенок трахеид на п.п. 3 и п.п. 4 в 2016 году была выше, чем в контроле на 31 и 248 % соответственно, что согласуется с приростами ксилемы, но несколько меньше по процентному соотношению из-за различий в числе и радиальном диаметре клеток.

Рубки ухода (осветления) в целом привели к увеличению высоты и диаметра господствующих деревьев по сравнению с контролем. Сразу после проведения рубок ухода остались деревья с лучшими приростами и, как правило, меньшим содержанием поздней ксилемы, чем в контроле. Их первой реакцией на прореживание было увеличение доли поздней ксилемы, которая, чем ближе число оставшихся деревьев было к оптимальной густоте, тем быстрее приближалась или становилась ниже, чем в контроле. Однако при рубках слабой интенсивности, когда кроны всё ещё сильно затенены [1], возможно некоторое снижение приростов по диаметру господствующих деревьев и увеличение доли поздней ксилемы относительно контроля. Отрицательный эффект от рубок ухода слабой интенсивности наблюдали и другие исследователи [2, 3].

Таким образом, после проведения рубок ухода средней и высокой интенсивности, как приросты ксилемы, так и аккумуляция веществ в клеточных стенках трахеид становится выше, чем в контроле. В варианте с максимальным осветлением также наблюдали значимое увеличение радиальных размеров ранних и поздних трахеид по сравнению с другими вариантами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузыкин А.И., Пшеничникова Л.С., Суховольский В.Г. Густота и продуктивность древесных ценозов. Новосибирск: Наука. 2002. 152 с.
2. Синькевич С.М. Влияние рубок ухода на рост сосновых насаждений // Лесоводственно-экологические аспекты хозяйственной деятельности в лесах Карелии. Петрозаводск, КарНЦ РАН. 2005. С. 101-122.
3. Данчева А.В., Залесов С.В. Влияние рубок ухода различной интенсивности на состояние естественных сосняков // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2016. № 18 (239). Вып. 36. С. 32-38.

INFLUENCE OF INTENSITY OF THINNING TO SCOTS PINE ANNUAL RINGS DEVELOPMENT

N.V. ASTRAKHANTSEVA, L.I. ROMANOVA, D.S. SOBACHKIN

V.N. Sukachev Institute of Forest SBRAS, Krasnoyarsk, Russia, (astr_nat@mail.ru, biochem@ksc.krasn.ru, don.375@yandex.ru)

Both xylem increments and tracheids walls thickness became larger than in control in variants of medium and high intensity of thinning of young *Pinus sylvestris* L. trees. In the variant with the maximum lightening increased also the radial dimensions of the early and late tracheids. But high density of Scots pine stand after low intensity of thinning may led to some decrease xylem ring width of dominant trees and increased late xylem proportion.

Оператор компьютерной верстки *И.А. Михайлова*

Печать офсетная. Тираж 50 экз.

Отпечатано с оригинал-макета, подготовленного заказчиком в типографии «ДАРМАпечать»
Академгородок, 50/28, г. Красноярск, 660036