

УДК 630*8

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-79-88

ТЕХНОЛОГИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПИХТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХВОЙНОЙ ЛАПКИ

Е.М. Царев, д-р техн. наук, проф.; ResearcherID: [AAB-2166-2020](https://orcid.org/0000-0001-5695-3028).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5695-3028>

К.П. Рукомойников, д-р техн. наук, проф.; ResearcherID: [N-6961-2019](https://orcid.org/0000-0002-9956-5081).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9956-5081>

С.Е. Анисимов, канд. техн. наук, доц.; ResearcherID: [AAB-1346-2020](https://orcid.org/0000-0003-3332-0927).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3332-0927>

Д.С. Татаринцов, аспирант; ResearcherID: [AAB-7031-2020](https://orcid.org/0000-0002-3312-796X).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3312-796X>

Поволжский государственный технологический университет, пл. Ленина, д. 3,
г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия, 424000; e-mail: CarevEM@volgatech.net,
RukomojnikovKP@volgatech.net, AnisimovSE@volgatech.net, denistatarinov4@mail.ru

Оригинальная статья / Поступила в редакцию 28.02.20 / Принята к печати 23.06.20

Аннотация. Рассмотрены вопросы использования инновационных технологий в лесозаготовительной отрасли. Производство продукции «для здоровья», если грамотно подойти к делу и выбрать низкоконкурентную нишу, может приносить значительную прибыль. На сегодняшний день остаются виды производств, где конкуренция, несмотря на высокий спрос, минимальная. К ним можно отнести промышленное производство пихтового масла. Пихтовое масло популярно у потребителей. Оно славится своими целебными свойствами и применяется при простудных заболеваниях, проблемах с желудочно-кишечным трактом и суставами, при нервных расстройствах, используется в косметологии и в производстве лечебных препаратов (мазей и кремов). Однако существует ряд законодательных ограничений, связанных с организацией производства пихтового масла. Это касается заготовки сырья. Доля пихтовых насаждений в составе лесов постоянно уменьшается. В европейской части России возникла необходимость в поиске способов обеспечения бесперебойного снабжения предприятий, выпускающих пихтовое масло, необходимым сырьем. Предложен один из возможных подходов к решению вопроса путем искусственного воспроизводства пихтовых насаждений с целью их дальнейшего использования при производстве пихтового масла. Рекомендован периодически повторяющийся цикл, позволяющий изготавливать пихтовое масло там, где заложена пихтовая плантация. Также разработана конструкция устройства, помогающего сократить время на посадку, уменьшить нагрузки на людей при формировании посадочного места и за счет этого повысить производительность труда. Материалы статьи могут служить для арендующих землю под выращивание пихты в целях изготовления масла руководством по эффективному использованию производственных ресурсов: людей и техники.

Для цитирования: Царев Е.М., Рукомойников К.П., Анисимов С.Е., Татаринцов Д.С. Технология воспроизводства пихты для получения хвойной лапки // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 6. С. 79–88. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-79-88

Ключевые слова: инновации, лесные культуры, пихтовые насаждения, лесовосстановление, пихтовое масло.

FIR REPRODUCTION TECHNOLOGY FOR HARVESTING CONIFEROUS BOUGHS

Evgeny M. Tsarev, Doctor of Engineering, Prof.; ResearcherID: [AAB-2166-2020](https://orcid.org/0000-0001-5695-3028).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5695-3028>

Konstantin P. Rukomojnikov, Doctor of Engineering, Prof.; ResearcherID: [N-6961-2019](https://orcid.org/0000-0002-9956-5081).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9956-5081>

Sergey E. Anisimov, Candidate of Engineering, Assoc. Prof.; ResearcherID: [AAB-1346-](https://orcid.org/0000-0003-3332-0927)

[2020](https://orcid.org/0000-0003-3332-0927). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3332-0927>

Denis S. Tatarinov, Postgraduate Student; ResearcherID: [AAB-7031-2020](https://orcid.org/0000-0002-3312-796X).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3312-796X>

Volga State University of Technology, pl. Lenina, 3, Yoshkar-Ola, Mari El Republic, 424000, Russian Federation; e-mail: CarevEM@volgatech.net, RukomojnikovKP@volgatech.net, AnisimovSE@volgatech.net, denistatarinov4@mail.ru

Original article / Received on February 28, 2020 / Accepted on June 23, 2020

Abstract. The article considers the use of innovative technologies in logging industry. Manufacture of products “for health” can turn into a substantial profit if one approaches the business competently and chooses a low-competitive niche. Nowadays, there are still types of industries where competition is minimal, despite high consumer demand. These include the industrial production of fir needle oil, which is popular with consumers. It is famous for its healing properties and is used in treating colds, intestinal issues, joints, and nervous disorders; in the manufacture of cosmetics and medicines (ointments and creams). However, there are a number of issues related to the organization of the fir needle oil production, which are the basis of legislation in this area. This applies to the harvesting of raw materials. The share of fir stands in the composition of forests is constantly decreasing. In the European part of Russia, it became necessary to find a way to ensure a regular supply of fir needle oil enterprises with the necessary raw materials. The article proposes a new technology for the artificial reproduction of fir plantations for the purpose of their further use in the production of fir needle oil. A periodic cycle, which allows producing fir needle oil wherever a fir plantation is laid out, is recommended. The design of the device has also been developed. It helps to reduce the planting time, the loads on people when forming the planting spot and thereby increase labor productivity. The article materials can serve as a guide for the efficient use of production resources (people and machinery) for those who lease land for fir growing for oil production. **For citation:** Tsarev E.M., Rukomojnikov K.P., Anisimov S.E., Tatarinov D.S. Fir Reproduction Technology for Harvesting Coniferous Boughs. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 6, pp. 79–88. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-79-88

Keywords: innovations, forest plantations, fir stands, reforestation, fir needle oil.

Введение

Пихта – одна из ближайших родственниц ели. Пихтовые леса широко распространены на северо-востоке европейской России, но основная их часть сосредоточена в таежной зоне Сибири, в частности на юге Томской и Кемеровской областей, на Алтае, в Саянах и на юге Дальнего Востока. Кроме того, пихтовые леса есть на Северном Кавказе и в Закавказье, иногда встречаются в Карпатах. В Среднем Поволжье пихтовые леса занимают 10,5 тыс. га, что составляет 0,11 % покрытой лесом площади. На Дальнем Востоке такие леса образуют пихта цельнолистная, или черная, а также пихта белокорая, растущие

совместно с елью саянской и другими породами. При этом участие пихтовых лесов в составе древостоев ряда регионов постоянно уменьшается.

Чаще всего пихту используют в качестве источника сырья для фармакологической и лесохимической промышленности [1, 2, 5, 9, 13, 16]. К дополнительным возможностям промышленного использования пихты относится добывание с растущих деревьев ценных веществ, которые содержатся в хвое и коре, главным образом эфирных масел, витамина С и пихтового бальзама [9, 17, 18, 21–24].

Эфирные масла находят применение в различных отраслях. Их используют в медицинских целях, в парфюмерии и косметологии, в производстве продуктов питания [20]. Объем продаж пихтовых масел в России за 2010–2014 гг. поднялся на 94,9 % и в 2014 г. составил 2304,5 млн р., прогнозируется дальнейший рост показателя. Рост прибыли в большей степени объясняется тем, что становится выше средняя цена продукта на рынке [8].

Одним из проблемных и трудоемких процессов при производстве пихтового масла является заготовка сырья. Согласно статье 27 Лесного кодекса РФ существует ряд ограничений на заготовку пихтовой, сосновой и еловой лапки. Заготовка разрешается только со срубленных деревьев на лесосеках при проведении выборочных и сплошных рубок [6, 13], а также со стоящих деревьев – так называемая остижка, при которой остигаются концы веток длиной 30–40 см у деревьев 10–15 см в диаметре. При этом оговорены и сроки стрижки: не более 1 раза в 4–5 лет.

Пихтовую лапку можно собирать на протяжении всего года. Однако следует учесть, что в зимний период вследствие низких температур определенное количество хвои опадает во время заготовки, погрузка в транспорт также обуславливает на потерю пихтовой хвои, поэтому выход сбора значительно ниже [10, 12, 19].

Пихта не занимает столь почетного места в эксплуатации леса, как другие хвойные породы, по причине того, что ее древесина не обладает таким же высоким качеством. Кроме того, в европейской части России не встречаются чистые древостои пихты. Сбор и транспортировка сырья для производства пихтового масла являются высокочрезвычайными, т. к. производятся с огромных территорий. Существуют серьезные проблемы с заготовкой и доставкой сырья в виде пихтовой лапки на перерабатывающие предприятия [14].

Предлагается один из вариантов искусственного воспроизводства пихты для получения пихтовой лапки и продукции на ее основе. Цель – разработка методического подхода к проектированию пихтовых лесных насаждений, перспективных для непрерывного лесопользования при производстве пихтового масла с условием, что данное масло будет производиться там, где заложена пихтовая плантация; и конструкции устройства для посадки контейнеризированных саженцев, которая позволит улучшить качество посадки и повысить производительность труда.

Объекты и методы исследования

Предлагаемая технология предусматривает проведение всего цикла работ, связанных с выполнением лесозаготовительных и лесовосстановительных мероприятий, с производством пихтового масла, на единой территории.

Первым и самым важным этапом в данной технологии является оформление лесного участка в аренду. Оно осуществляется на основании статьи 46 Лесного кодекса РФ. Использование лесов для переработки древесины и иных лесных ресурсов представляет собой предпринимательскую деятельность, связанную с производством изделий из древесины и иной продукции такой переработки в соответствии со статьей 14 Лесного кодекса РФ [6]. После оформления участка в аренду составляется технологическая карта на его освоение. Участок разбивается на 10 равных лесосек (рис. 1), каждую из которых предполагается осваивать поочередно в течение десяти лет.

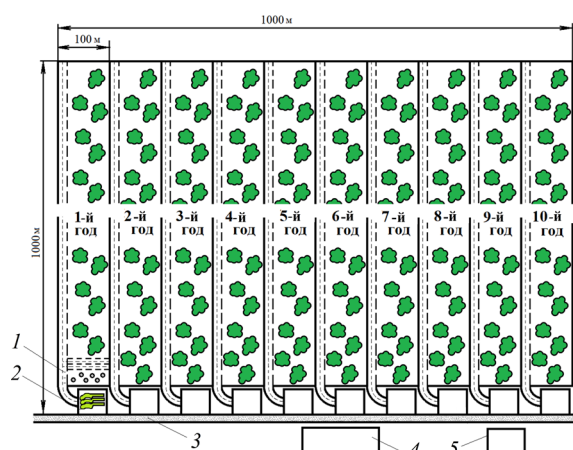


Рис. 1. Схема разбивки квартала на лесосеки: 1 – посечный волок; 2 – погрузочный пункт; 3 – бригадный домик; 4 – площадка для переработки хвойной лапки; 5 – лесовозный ус

Fig. 1. Scheme of dividing the forest quadrant into cutting areas: 1 – skid trail; 2 – loading point; 3 – brigade hut; 4 – site for processed coniferous boughs; 5 – haul road feeder

В первый год на первом участке осуществляют сплошную рубку и вывозят все заготовленные лесоматериалы. Система используемых при этом машин показана на рис. 2, а.



Рис. 2. Комплекс работ, проводимых на арендованном участке

Fig. 2. Set of works carried out on the leased forest area

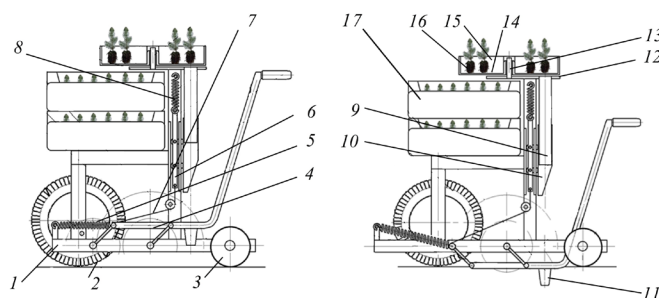
По завершении лесосечных работ продолжается освоение территории. Осуществляются корчевка пней, вспашка земли, дальнейшее ее фрезерование. Система машин для проведения этих операций представлена на рис. 2, б.

После данного этапа работ освоенный участок не трогают до осени. Осенью обрабатывают почву и высаживают саженцы. Возможно использовать посадочный материал с закрытой корневой системой, который имеет более высокую приживаемость, лучший рост в первые годы, большую устойчивость на площадях с экстремальными лесорастительными условиями. Посадку разрешается осуществлять в течение всего безморозного периода, что позволяет равномерно распределить энергетические и трудовые ресурсы [3].

При этом предлагается использовать специальное устройство (рис. 3) [11]. Его конструкция следующая. На П-образную раму 1 спереди установлены два колеса 2, а сзади два прижимных вальца 3. Между колесами и вальцами находится пантограф 4, который закреплен шарнирами на раме. Спереди пантографа смонтирована пружина 5 его привода, один из ее свободных концов связан с рамой, а второй – с пантографом с помощью ползуна 6 и троса 7. Сверху ползун зафиксирован направляющей пружиной 8, а сбоку находится полая трубка 9 с удлинителем 10. Сзади пантографа размещен рабочий орган 11 в виде полого усеченного конуса. Сверху П-образной рамы расположен круглый стол 12, на нем находится распределитель 13 с круглым диском 14 и секторами 15, связанными с отверстием полой трубки.

Рис. 3. Устройство для высадки саженцев с закрытой корневой системой

Fig. 3. Device for planting ball-rooted seedlings



Устройство используется так. На распределителе в виде круглого диска с секторами укладываются саженцы 16 из контейнеров 17, которые расположены на раме. Пантограф с рабочим устройством 11 под воздействием приложенной силы стремится вниз, пружина привода пантографа растягивается, направляющая пружина сжимается, а при движении пантографа в обратную сторону пружины меняют направление. В результате получается лунка. После того как пантограф возвратится в первоначальное положение, происходит выдвижение удлинителя. Круглый диск с саженцами поворачивают вручную до того положения, когда один из саженцев повернется до области, где находится отверстие полой трубки. После этого саженец по трубке попадает в лунку, затем будет произведен переход на следующую позицию. При этом два прижимных вальца придавливают саженец в лунку и цикл повторяется. Данный этап работ показан на рис. 2, в. Схема посадки саженцев приведена на рис. 4.

В качестве посадочного материала могут использоваться саженцы различных видов пихты. Крона деревьев этой породы имеет ширококоническую форму и очень плотная. Годовой прирост – более 30 см. Высота к 10 годам – до 4 м. Ветви отрастают от ствола почти горизонтально. Хвоя длиной 5–7 см, серебристо-голубоватая, с обеих сторон одинаково окрашенная, аркообразно изогнутая. Шишки крупные, появляются на 20-летних деревьях. В зависимости от лесорастительной зоны, фактора, влияющего на скорость роста пихты,

возможна корректировка технологии, предусматривающая изменение временных интервалов выполнения работ на лесных плантациях. При этом желательно, чтобы почва была кислая или слабокислая, умеренно влажная.

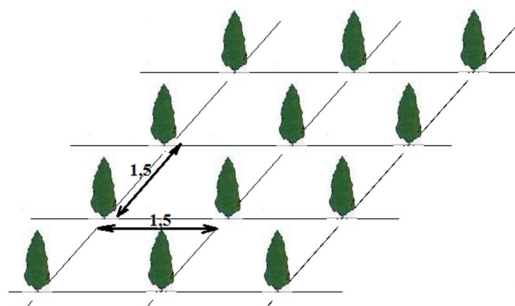


Рис. 4. Схема посадки саженцев пихтового насаждения

Fig. 4. Scheme for planting seedlings of a fir stand

После завершения работ на первой лесосеке, бригада переходит на вторую, где выполняет весь комплекс мероприятий, проводимых ранее на первой лесосеке. В такой же последовательности в течение десяти лет проводят работы на остальных лесосеках. Параллельно осуществляется уход за ранее посаженными насаждениями (рис. 2, з). В целях противодействия затемнению лесных культур малоценной лиственной порослью проводят сплошное или частичное удаление нежелательной растительности на территории пихтовых плантаций. Подобный уход необходим во всех возрастных группах каждый год. При механизированном варианте ведения работ осветления можно осуществлять с использованием ручного кустореза «Секор-3», кустореза КОМ-2,3 или катка-осветлителя типа КОК-2. При химическом варианте ведения аналогичных работ применяют арборициды.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведем анализ ситуации на каждой из 10 лесосек, выделенных для воспроизводства пихты, по результатам 10-летнего периода эксплуатации лесного участка. В первый год освоена крайняя левая лесосека. В течение десяти лет на ней, согласно методике, проводились работы. К завершению анализируемого периода пихтовые насаждения уже достигли 10-летнего возраста, а, следовательно, имели необходимую зрелость и были пригодны для переработки и производства масла (1-й год, рис. 5). На второй лесосеке, рубка леса на которой осуществлялась на второй год работы, пихтовые насаждения к десятому году эксплуатации участка достигли лишь 9-летнего возраста, еще не готовы к сбору пихтовой лапки и по-прежнему нуждаются в уходе. Такие же виды работ проведены и на остальных 8 лесосеках (в период с третьего по восьмой годы лесопользования). На лесосеке, эксплуатация которой началась на девятый год работы, к анализируемому году необходимы подготовка к посадке, посадка и прополка. При этом в анализируемый год на крайней правой, последней десятой лесосеке, на которой лесосечные работы еще не проводились, потребуется выполнить валку, трелевку и вывоз древесины, а также корчевку, вспашку и фрезерование почвы.

Последний этап работ, представленный на рис. 2, д, начинается с заготовки пихтового древостоя. Валка осуществляется при помощи бензиномоторных пил. Поваленный древостой складывается в небольшие кучи, которые грузятся вручную в тракторную тележку и отправляются к месту базирования агрегата для производства пихтового масла.

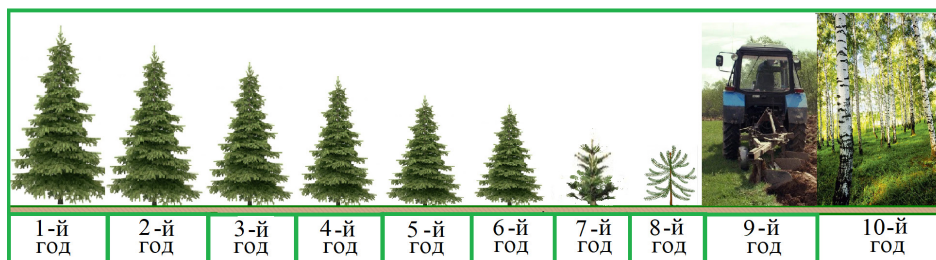


Рис. 5. Вид плантации после 10 лет освоения (номер года по порядку – год начала работы)

Fig. 5. Forest plantation after ten years of utilization (the year number in order – the year of work commencement)

Цех для получения пихтового масла целесообразно разместить на самой лесосеке, вследствие чего исключаются потери хвойной лапки, в отличие от варианта ее доставки на лесопромышленный склад, когда потери сырья будут составлять до 30 % от его общего объема [12, 15].

После того, как все пихтовые деревья убраны, производят зачистку территории, как это представлено на рис. 2, б, в. Затем бригада переходит на вторую лесосеку. При этом производят переработку пихтовой лапки.

По истечении десяти лет, когда работы будут выполняться на десятой лесосеке, пихтовый древостой на первой лесосеке достигнет зрелости и будет являться пригодным для производства пихтового масла. Такое сырье может перерабатываться полностью, т. е. вместе с хвойной лапкой сразу после соответствующего измельчения перерабатывается и сам ствол [7, 11].

Заготовку древесной зелени можно проводить в любое время года, ее хранение необходимо осуществлять согласно ГОСТ 21769–84 насыпью. Требуемая высота насыпи – не более 1,0 м. Срок хранения должен соответствовать указанному в таблице [4, 25].

Сроки хранения древесной зелени

Древесная зелень	Срок хранения, сут, не более, при температуре	
	плюсовая	минусовая
Хвойная	1	5
Лиственная	1	–

Если срок хранения не будет выдержан, качество сырья снизится. Производственная линия получения пихтового масла представлена на рис. 6, где 1 – пихтовая лапка; 2 – самоходное шасси (подборщик); 3 – измельчитель; 4 – пихтоварка; 5 – продукция переработки.

Технологический процесс производства пихтового масла занимает около 16 ч. В работе задействовано 2 человека. Для получения 1 л чистого продукта требуется 100 кг сырья и 50 кг водного пара. Согласно предложенной технологии, пихтовая лапка перерабатывается во время одной смены, что указывает на перспективность развития этого направления. Производство пихтового масла осуществимо в течение всего года, а работа пихтоварной установки может обеспечиваться за счет использования в качестве топлива отходов лесосечных работ [12, 14, 21].



Рис. 6. Технологическая схема производства пихтового масла-сырца и переработки зелени в хвойно-витаминную муку

Fig. 6. Technological scheme of raw fir needle oil production and processing of greenery into coniferous vitamin flour

Заключение

Методический подход к воспроизводству пихты для получения пихтовой лапки и продукции на ее основе, базирующийся на периодическом повторении цикла работ, позволяет организовать безостановочное поступление сырья в переработку и производить пихтовое масло непосредственно на месте закладки пихтовой плантации.

Для увеличения производства рекомендуется взять в аренду не один, а несколько участков, что дает возможность эффективно загрузить используемую технику и вовлеченных в работу людей.

Предложенная конструкция устройства для высадки посадочного материала позволит сократить время на поднос саженцев, улучшить качество данных работ путем уменьшения усилий, необходимых для формирования посадочного места, и за счет этого повысить производительность труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. *Vais A.A.* Регрессионная оценка фитомассы хвои в пихтовых древостоях Средней Сибири // *Международ. журн. эксперим. образования*. 2015. № 11-2. С. 304. *Vais A.A.* Regression Assessment of Coniferous Phytomass in Fir Stands of Middle Siberia. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International Journal of Experimental Education], 2015, no. 11-2, p. 304.

2. *Vais A.A.* Оценка строения фитомассы хвои пихтовых древостоев с учетом нормативно-справочных данных (на примере насаждений Сибири) // *Хвойные бореальной зоны*. 2018. Т. 36, № 2. С. 140–147. *Vais A.A.* Fir Forest Stands Acerous Leaf Phytomass Structure Assessment of Taking into Account Standard and Help Data (Plantings of Siberia Were Taken as an Example). *Hvojnye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2018, vol. 36, no. 2, pp. 140–147.

3. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой // Зооинженерный факультет МСХА. Неофициальный сайт. Режим доступа: <https://www.activestudy.info/vyrashhivanie-posadochnogo-materiala-s-zakrytoj-kornevoj-sistemoj> (дата обращения: 25.12.19). Cultivation of Ball-Rooted Planting Material. *Unofficial Website of the Zooengineering Faculty of the Moscow Agricultural Academy*.

4. ГОСТ 21769–84. Зеленъ древесная. Технические условия: дата введения 1985-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 7 с. *State Standard. GOST 21769–84. Tree Verdure. Specifications*. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1984. 7 p.

5. Гуков Г.В., Гриднев А.Н., Гриднева Н.В. Пихта цельнолистная в Приморском крае (современное состояние, проблемы искусственного лесоразведения) // Успехи современного естествознания. 2017. № 10. С. 29–34. Gukov G.V., Gridnev A.N., Gridneva N.V. Manchurian Fir in Primorskiy Krai (Current State, Problems of Afforestation). *Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2017, no. 10, pp. 29–34.

6. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ. М.: ИНЭКО, 2006. *Forest Code of the Russian Federation Dated December 4, 2006 No. 200-ФЗ*. Moscow, INEKO Publ., 2006.

7. Лобанов В.В., Степень Р.А. Влияние технологических факторов на выход и состав пихтового масла // ИВУЗ. Химия и химическая технология. 2006. Т. 49, вып. 9. С. 71–74. Lobanov V.V., Stepen' R.A. Influence of Technological Factors on the Yield and Composition of Spruce Oil (Silver Fir Oil). *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Khimiya i Khimicheskaya Tekhnologiya* [Russian Journal of Chemistry and Chemical Technology], 2006, vol. 49, iss. 9, pp. 71–74.

8. Анализ рынка эфирных масел в России в 2010–2014 гг., прогноз на 2015–2019 гг. // Официальный сайт АО «РосБизнесКонсалтинг». Режим доступа: <https://marketing.rbc.ru/research/28153/> (дата обращения: 30.01.19). Analysis of the Market of Essential Oils in Russia in 2010–2014, Forecast for 2015–2019. *Official Website of the RBC Group*.

9. Панькив О.Г., Демина Л.Н., Паршикова В.Н., Степень Р.А. Эффективность переработки древесной зелени пихты различными методами // Фундаментальные исследования. 2012. № 1. С. 168–171. Pankiv O.G., Demina L.N., Parshikova V.N., Stepen R.A. Efficiency of Processing of Wood Greens of the Fir Various Methods. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research], 2012, no. 1, pp. 168–171.

10. Патент 2437925 РФ, МПК С11В 9/02. Установка для обработки зелени пихты: № 2010123612/12: заявл. 09.06.2010: опубл. 27.12.2011 / В.Н. Невзоров, В.А. Самойлов, Т.В. Невзорова, А.И. Ярм. Nevzorov V.N., Samojlov V.A., Nevzorova T.V., Jarum A.I. *Silver Fir Branches Processing Plant*. Patent RF no. RU 2437925 C1, 2011.

11. Патент 2673743 РФ, МПК А01С 5/02. Ручное устройство для образования лунок под посадку контейнеризированных семян: № 2017146143: заявл. 27.12.2017: опубл. 29.11.2018 / Е.М. Царев, Д.С. Татаринов, С.Е. Анисимов. Tsarev E.M., Tatarinov D.S., Anisimov S.E. *Hand-Held Device for Forming Holes for Planting Containerized Seedlings*. Patent RF no. RU 2673743 A, 2018.

12. Руководство по лесовосстановлению и лесоразведению в лесостепной, степной, сухостепной и полупустынной зонах европейской части Российской Федерации. М.: Всерос. науч.-исслед. информ. центр по лесн. ресурсам, 1994. 152 с. *Guidelines for Reforestation and Afforestation in the Forest Steppe, Steppe, Dry Steppe and Semi-Desert Zones of the European Part of the Russian Federation*. Moscow, VNIITs Lesresurs Publ., 1994. 152 p.

13. Степень Р.А. Ориентировочная оценка содержания пихтового масла в древесной зелени // Хвойные бореальной зоны. 2017. Т. 35, № 1-2. С. 123–126. Stepen R.A. Indicative Content Rating Fir Oil from the Tree Green. *Hvojnye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2017, vol. 35, no. 1-2, pp. 123–126.

14. Степень Р.А., Невзоров В.Н., Невзорова Т.В. Организация производства пихтового масла. Красноярск: КрасГАУ, 2010. 104 с. Stepen' R.A., Nevzorov V.N. *Organization of Fir Needle Oil Production*. Krasnoyarsk, KrasGAU Publ., 2010. 104 p.

15. Усольцев В.А., Воронов М.П., Колчин К.В., Маленко А.А., Кох Е.В. Трансконтинентальная аддитивная модель и таблица для оценки фитомассы елово-пихтовых древостоев Евразии // Вестн. АГАУ. 2017. № 9(155). С. 91–100. Usoltsev V.A., Voronov M.P.,

Kolchin K.V., Malenko A.A., Koch E.V. Transcontinental Additive Model and Weight Table for Estimating Biomass of Spruce-Fir Forests in Eurasia. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2017, no. 9(155), pp. 91–100.

16. Ухов О.Н., Буркова В.Н., Калинин Г.И., Терентьева Г.А. Исследование химического состава отходов переработки пихтовой лапки // Химия растит. сырья. 2006. № 1. С. 55–58. Ukhov O.N., Burkova V.N., Kalinkina G.I., Terent'yeva G.A. Study of the Chemical Composition of Wastes of Fir Bough Processing. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja* [Chemistry of plant raw material], 2006, no. 1, pp. 55–58.

17. Ушанов С.В., Степень Р.А., Ушанова В.М. Возрастная динамика содержания пихтового масла в древесной зелени *Abies sibirica*. Теоретические аспекты оценки // Химия растит. сырья. 2017. № 1. С. 129–136. Ushanov S.V., Stepen R.A., Ushanova V.M. Age-Specific Dynamics of the Oil Composition in the Woody Greenery of *Abies sibirica*. Theoretical Aspects of Evaluation. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja* [Chemistry of plant raw material], 2017, no. 1, pp. 129–136. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017011448>

18. Blight M.M., Donald I.R.C. Sample Reproducibility *Pinus* Essential Oil Altudies. *The New Zealand journal of science and technology*, 1964, vol. 7, no. 2, pp. 212–214.

19. Bourrell C., Perineau F., Michel G., Bessiere J.M. Catnip (*Nepata cataria* L.) Essential Oils: Analysis of Chemical Constituents, Bacteriostatic and Fungistatic Properties. *Journal of Essential Oil Research*, 1993, vol. 5, iss. 2, pp. 159–167. DOI: <https://doi.org/10.1080/10412905.1993.9698195>

20. Brunke E.-J., Waiter G. *Progress in Essential Oil Research: Proceedings of the International Symposium on Essential Oils*. Germany, De Gruyter, 1986, vol. 16. 668 p. DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110855449>

21. Chialva F., Frattini C., Martelli A. Unusual Essential Oils with Aromatic Properties. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 1985, vol. 181, iss. 1, pp. 32–34. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01124804>

22. Kalinkina G., Beresovskaja E., Dmitruk S. Essential Oils as Natural Complexes of Biologically Active Substances. *International Conference of Natural Products and Physiologically Active Substances (JCNPAS-98)*. Novosibirsk, 1998, p. 85.

23. Kolesnikova R., Tagiltsev Yu. The Essential Oils of the Far East Conifers. *Abstracts of the Scientific Program XI International Congress of Essential Oils*. New Delhi, 1989, pp. 63–69.

24. Weyerstahl P., Marschall-Weyerstahl H., Kaul V.K., Manteuffel E., Glasow L. Constituents of the Essential Oil of *Strobilanthes auriculatus*. *Liebigs Annalen der Chemie*, 1987, iss. 1, pp. 21–28. DOI: <https://doi.org/10.1002/jlac.198719870105>

25. Zafra M., Garcia-Pelagrim E. Seasonal Variations in the Composition of *Pinus halepensis* and *Pinus sylvestris* Twigs and Needles Essential Oil. *The Journal of Agricultural Science*, 1976, vol. 86, iss. 1, pp. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002185960006490X>