www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2024.3.78
УДК630*284

Оценка смолопродуктивности спелых чистых сосновых древостоев в Ленинградской области

© С.Н. Штрахов[1], Д.А. Данилов[2], Д.А. Зайцев[3]

Evaluation of resin productivity of mature pure pine stands in the Leningrad region

S.N. Shtrahov, D.A. Danilov, D.A. Zaytsev (Department of forestry for the Northwestern federal district; Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov; Leningrad Research Agriculture Institute “Belogorka” Branch of Russian Potato Research Centre)

The article considers the specific features of changes in resin productivity of pine (*Pinus sylvestris* L.) in a similar type of forest conditions with division into sections with different intensity of forest care. The object of the study was a 90-year-old lingonberry pine forest, and the resin productivity of 10 sections with different care was considered. Resin productivity was measured based on the intensity of oleoresin flow after applying uniform wounds on the tree trunk, then the length of oleoresin flow was measured after 10 hours. Experiments were conducted by month of summer, by four sides of the world and by stand thickness to study the effect of thickness on resin productivity. The obtained data were statistically processed and grouped where possible on the basis of homogeneity of indicators. It was found that resin production was not related to such factors as the month of summer period and the side of light. A positive effect of thinning treatments on productivity was revealed: the highest values were obtained in the section with 35 % intensity thinning and fertilizer application, as well as in the most sparse stand with 50 % intensity thinning. In these sections, the variability of resin productivity by thickness stages was much lower than in the others, with trees of 20 36 cm stages showing quite similar resin productivity. The stand density differed by site sections and amounted to 485–860 trees per hectare, in general, lower average resin productivity was observed in more dense control sections without thinning. However, no statistically significant influence of density on resin productivity was found at the 95 % confidence level. In the high resin-producing sections, analysis of variance revealed the effect of the tree size factor at a significance level of 90 %. Greater resin productivity is observed in the 28 cm thick stages, in the cases of more productive sections in the stages 28–32 cm.

Key words: resin productivity, pine stands, pine pruning, oleoresin yield, non-timber forest use

Оценка смолопродуктивности спелых чистых сосновых древостоев в Ленинградской области

С.Н. Штрахов, Д.А. Данилов, Д.А. Зайцев

В статье рассмотрены особенности смолопродуктивности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в 90-летнем древостое в брусничном типе леса. Объектами исследования были 10 секций с рубками ухода и внесением удобрений, а также без уходов за лесом. Учет смолопродуктивности производился по интенсивности выделения живицы спустя 10 часов после нанесения единообразных ранений на ствол дерева. Опыт проводился по месяцам летнего периода, по четырем сторонам света и по ступеням толщины древостоя для изучения связи выделения живицы с диаметром дерева. Полученные данные статистически обрабатывались и по возможности группировались исходя из однородности показателей. Установлено отсутствие связи смолопродуктивности с такими факторами, как месяц летнего периода и стороны света. Было выявлено положительное влияние уходов на продуктивность: наивысшие показатели получены в секции с рубкой ухода интенсивностью 35 % и внесением удобрений, а также в наиболее разреженном древостое, пройденном рубкой простора интенсивностью 50 %. В этих насаждениях вариабельность показателей смолопродуктивности по ступеням толщины была значительно ниже остальных, деревья ступеней 20–36 см продемонстрировали достаточно сходные показатели. Густота древостоя по секциям объекта различалась и составляла 485–860 деревьев на 1 га; в целом на более загущенных контрольных секциях без рубок наблюдалась меньшая средняя смолопродуктивность. Однако при этом статистически значимого на уровне достоверности 95 % влияния густоты на смолопродуктивность по объекту выявлено не было. На более продуктивных секциях дисперсионный анализ выявил эффект фактора крупности дерева на уровне значимости 90 %. Высокие показатели наблюдались у деревьев с диаметром 28 см, в наиболее продуктивных секциях – в ступенях толщины 28–32 см.

Ключевые слова: смолопродуктивность, древостои сосны, подсочка сосны, выход живицы, недревесное использование леса

Штрахов Сергей Николаевич – начальник департамента
E-mail: shtrahov@rambler.ru

Данилов Дмитрий Александрович – профессор кафедры лесоводства, д-р с.-х. наук, доцент; главный научный сотрудник
E-mail: stown200@mail.ru

Зайцев Дмитрий Андреевич – старший научный сотрудник, канд. с.-х. наук
E-mail: disoks@gmail.com

[1]Департамент лесного хозяйства по Северо-Западному федеральному округу
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пр., 21Б

[2]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5

[3]Ленинградский НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»
188338, Ленинградская область, Гатчинский район, пгт. Сиверский, д. Белогорка, ул. Институтская, д. 1

Введение

В лесном хозяйстве под смолопродуктивностью понимается способность хвойных пород выделять определенное количество живицы за определенный период времени в сопоставимых условиях [6, 10]. Спрос на живицу и продукты ее переработки не уменьшается, а недостаток в сырье удовлетворяется за счет использования различного рода синтетических заменителей [7]. В связи со сложившейся ситуацией вопрос импортозамещения продуктов заготовки и переработки живицы встает особенно остро [1].

При проведении подсочки большой интерес вызывают деревья с повышенной способностью выделять живичную массу, то есть высоко смолопродуктивные. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) всегда была в центре внимания исследователей благодаря своей высокой смолопродуктивности [2, 4, 13].

Главным и основным показателем, который, несомненно, влияет на процессы смолообразования и смоловыделения и находится в сложной и многосторонней связи с насаждениями сосны, являются условия местопроизрастания древостоев [4, 10, 15]. Наиболее продуктивными признаются черничные и брусничные местообитания [7, 10]. В древостоях могут быть представлены как слабопродуктивные деревья сосны, так и высокопродуктивные, важным является вопрос их дифференциации в конкретном древостое [2, 7]. Ряд исследователей подчеркивают связь смолопродуктивности с такими внешними признаками дерева как диаметр ствола, степень развития кроны [5, 14]. Уходы за лесом также в свою очередь оказывают влияние на смолопродуктивность [9, 15].

Цель проведенного нами исследования – выявление изменений показателей смолопродуктивности спелых древостоев сосны на стационарных опытных объектах в брусничном типе леса после различных лесохозяйственных воздействий.

Объекты и методика исследования

Опытными объектами являлись чистые спелые насаждения сосны, в которых в начале 70-х годов С.Н. Сенновым были заложены пробные площади с различными вариантами рубок ухода и комплексного ухода с внесением удобрений [11, 12]. Опытный участок был заложен в Орлинском лесничестве Сиверского лесхоза в кварталах 20 и 32, ныне это участковое лесничество Гатчинского районного лесничества Ленинградской области. Тип леса по В.Н. Сукачеву – сосняк брусничный. Данный участок леса расположен на размытой озовой гряде, почва грубогумусная сильноподзолистая железисто-иллювиальная песчаная на флювиогляционных песчаных отложениях. К настоящему времени древостой достиг возраста 90 лет, уходы были проведены в возрасте от 35 до 40 лет. Таксационные характеристики насаждения на постоянных пробных площадях (далее – ППП) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика сосновых насаждений на опытных объектах (по данным ППП)

Номер ППП	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Густота, шт./га	Запас, м³/га	Лесохозяйственное воздействие
6–1	24	26	678	420	РУ 35 % коридорная
6–2	24	26	642	395	РУ 35 % равномерная
6–3К	23	22	860	336	контроль без воздействий
6–4	24	23	766	375	2-кратное внесение удобрения
6–5	27	26	650	422	РУ 35 % равномерная + 3-кратное внесение удобрения
6–6	26	28	645	419	РУ 35 % равномерная + внесение удобрения

Номер ППП	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Густота, шт./га	Запас, м³/га	Лесохозяйственное воздействие
6–7	22	24	656	360	РУ 35 % верховая
6–8	29	28	485	385	РУ 35 % сортиментная с выборкой стволов диаметром 10–14 см
6–9	29	32	461	397	РУ 50 % простора
6–11К	22	22	820	320	Контроль (без воздействия)

Примечания. РУ – рубка ухода. Удобрение – карбамид, 150 кг/га по д.в.

В соответствии с ОСТ 13–80–79, для определения смолопродуктивности деревья подсачиваются односторонней каррой шириной 10 см и устанавливают выход живицы с одной подновки. Этот способ является самым точным, но он требует высокой трудоемкости и затрат времени, поэтому его применение не всегда целесообразно, а в отдельных случаях невозможно. В связи с этим предложены другие методы ускоренного определения смолопродуктивности сосновых древостоев, которые являются менее точными, но и менее трудозатратными [8]. В качестве базового нами использовался способ, который заключается в подрумянивании коры ствола сосны на высоте груди и нанесении микроранения на эту поверхность. По длине потека живицы через 10 часов определялась смолопродуктивность дерева [7]. Согласно исследованиям В.В. Петрика и А.С. Ярунова (1997) доказано, что выход живицы, в частности длина потеков при нанесении микроранений, имеет достоверную связь (корреляционное отношение 0,71–0,88) со смолопродуктивностью, определяемой в соответствии с ОСТ, что позволяет использовать заявленный метод на практике для определения смолопродуктивной способности сосны с достаточной степенью точности [8].

Для изучения смолопродуктивности деревьев в зависимости от их диаметра учет на ППП проводился по четырехсантиметровым ступеням толщины, учитывались только здоровые деревья диаметром 20 см и более, с соблюдением равномерного охвата всех вариантов диаметра. У промаркированных деревьев производилось подрумянивание (срезалась грубая кора) – с высоты 1,3 м на протяжении 1 м вниз по стволу полосами. На подготовленной таким образом поверхности на высоте 1,3 м в соответствии со сторонами света наносилось 4 микроранения диаметром 5 мм на глубину 5 мм под углом 45 градусов. Работы проводились без применения химических стимуляторов подсочки. По истечении 10 часов замеряли длину потеков живицы и высчитывали среднее арифметическое значение для каждого дерева, затем – для ступени толщины и для древостоя на ППП в целом. Измерения проводили в повторности по месяцам летнего периода 2023 года для получения надежных результатов и выявления влияния месяца учета на смолопродуктивность насаждения.

Для дальнейшей статистической обработки использовалось программное обеспечение Microsoft Excel и Statistica 11. При анализе средних данных по группам использовали t-критерий Стьюдента. Также применяли однофакторный дисперсионный анализ (F-критерий Фишера) для определения влияния фактора на показатели. Статистическая обработка проводилась при 95 % уровне значимости [3].

Результаты и их обсуждение

В результате изучения статистической значимости показателей смолопродуктивности по месяцам было выявлено, что величина потеков живицы не зависела от времени проведения измерений на уровне достоверности $p < 0,05$ (показатели рассматривались как зависимые выборки по месяцам учета). В связи с этим данные были объединены в одну совокупность для дальнейшего анализа. Однако необходимо отметить, что на ППП-6–6 и ППП-6–8 разница в данных по t-критерию была достоверна на уровне $p < 0,15$, что в целом можно считать незначительным влиянием фактора времени учета, однако при заданном уровне значимости – не достоверным.

Был проведен также сравнительный анализ зависимости смолопродуктивности от стороны света, однако значимого влияния этого фактора в целом на объекте не наблюдается. Усредненные значения длины потека живицы-различаются не более чем на 5 %: север – 41,7, юг – 43,0, запад – 42,8, восток – 41,0 мм. В связи с этим далее показатели рассматривались как средняя смолопродуктивность дерева. Значения потеков живицы по пробным площадям (без учета представленности ступеней толщины древостоя) приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики смолопродуктивности в древостоях на объектах исследования

Показатели	Номера ППП									
	6–1	6–2	6–3К	6–4	6–5	6–6	6–7	6–8	6–9	6–11К
Средняя длина потека живицы, см	41,5	43,3	38,8	45,4	38,6	50,6	43,5	34,2	48,2	36,9
Коэффициент вариации	0,54	0,18	0,32	0,27	0,43	0,13	0,22	0,22	0,12	0,29

Как видим, показатели смолопродуктивности ППП 6–6 и ППП 6–9 превышают средние по остальным ППП. ППП 6–9 является самым разреженным насаждением (рубка с интенсивностью 50 %). Наименьшее значение наблюдается на секции 6–8. Особенностью этого древостоя, отличающей его от остальных, являлось проведение сортиментной рубки ухода с отбором деревьев определенных ступеней толщины (см. табл. 1). В контрольных насаждениях без разреживаний длина потеков – ниже среднего показателя по исследуемому объекту в целом. Дисперсионный анализ по t-критерию обнаружил достоверность различий в смолопродуктивности. Так, насаждения ППП 6–9 значимо отличаются от ППП 6–8 и ППП 6–11К, ППП 6–6 от ППП 6–3К, ППП 6–8 и ППП 6–11К. Данные, имеющие значимые различия на уровне $p < 0,15$, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Дисперсионный анализ различий показателей смолопродуктивности на объектах исследования

Сравниваемые группы ППП	Среднее группы 1	Среднее группы 2	t	p	σ группы 1	σ группы 2	F-отн. дисп.	р дисп.
6–3К и 6–6	**38,83**	**50,60**	**-2,52**	**0,03**	**9,97**	**5,98**	**2,78**	**0,28**
6–3К и 6–9	38,83	48,20	-2,00	0,07	9,97	6,00	2,76	0,28
6–4 и 6–8	45,43	34,23	1,81	0,10	12,11	8,44	2,06	0,45
6–5 и 6–6	38,60	50,60	-1,72	0,12	16,07	5,98	7,22	0,05
6–6 и 6–8	**50,60**	**34,23**	**3,88**	**0,00**	**5,98**	**8,44**	**1,99**	**0,47**
6–6 и 6–11К	**50,60**	**36,88**	**3,26**	**0,01**	**5,98**	**8,69**	**2,11**	**0,43**
6–7 и 6–8	43,50	34,23	1,57	0,15	11,75	8,44	1,94	0,48
6–8 и 6–9	**34,23**	**48,20**	**-3,30**	**0,01**	**8,44**	**6,00**	**1,98**	**0,47**
6–9 и 6–11К	**48,20**	**36,88**	**2,68**	**0,02**	**6,00**	**8,69**	**2,10**	**0,43**

Примечание. t – t-критерий Стьюдента, p – расчетный уровень значимости при тестировании с использованием t-критерия, σ – стандартное отклонение, F-отн. дисп. – расчетное значение F-критерия, p дисп. – расчетный уровень значимости при дисперсионном анализе

Насаждения на объектах ППП 6–6 и ППП 6–9 достоверно отличаются в большую сторону по показателям выхода живицы, т. е. режим ухода положительно сказался на смолопродуктивности этих ППП, при этом они не различаются статистически значимо между собой.

Для дальнейшего анализа влияния размерности дерева на смолопродуктивность данные с ППП 6–6 и ППП 6–9 были объединены в одну группу, остальные ППП – во вторую группу (так как статистически достоверно показатели внутри них не различались). Средние значения потека живицы по ступеням толщины древостоя представлены в таблице 4.

Таблица 4

Средние показатели смолопродуктивности у деревьев разных ступеней толщины на объектах исследования

Группы ППП	Показатели смолопродуктивности у деревьев разных ступеней толщины					
	Наименование	20 см	24 см	28 см	32 см	36 см
№ 1 (ППП 6–6, 6–9)	*l, см*	49,1	49,4	49,8	53,4	41,4
	K	0,20	0,30	0,23	0,30	0,29
№ 2 (ППП 6–1, 6–2, 6–3К, 6–4, 6–5, 6–7, 6–8, 6–11К)	*l, см*	38,8	38,8	43,9	35,1	40,8
	K	0,28	0,37	0,24	0,42	0,28

Примечание. *l* – средняя длина потека живицы, см; K – коэффициент вариации показателя по ступени толщины.

Средние значения длины потека живицы у деревьев разного диаметра различаются, то есть они имеют разную смолопродуктивность. Наблюдается сходство показателей для более низких ступеней толщины – 20 и 24 см. В совокупности менее продуктивных ППП видна тенденция к увеличению смолопродуктивности у деревьев средней толщины (28 см) и меньшей вариабельности данной величины относительно остальных ППП. На ППП 6–6 и ППП 6–9 также можно наблюдать повышение выхода живицы у деревьев диаметром 28–32 см. В данных секциях в ряду распределения деревьев по ступеням толщины преобладают деревья с диаметрами 28 и 32 см, в отличие от других ППП (см. табл. 1) и они же являются более продуктивными.

Проведенный однофакторный дисперсионный анализ по F-критерию не выявил достоверного влияния фактора крупности ступени на величину потека живицы. Для совокупности ППП с более низкими показателями средней смолопродуктивности $F_{расч}$ = 1,17 при $F_{0,05}$ = 2,70, то есть фактически отсутствует воздействие диаметра ствола. Для совокупности более смолопродуктивных ППП 6–6 и ППП 6–9, несмотря на низкую относительную вариабельность средних показателей потеков живицы по ступеням толщины древостоя дисперсионный анализ выявил более значительное влияние этого фактора: $F_{расч}$ = 2,17 при p = 0,08, но достоверность не соответствует установленному уровню значимости p = 0,05. В целом можно утверждать о более высоком влиянии фактора ступени в высокосмолопродуктивных насаждениях.

Выводы

В спелых чистых сосновых насаждениях, произрастающих в сходных почвенно-грунтовых условиях, не выявлено влияния стороны света и месяца проведения учета в течение вегетационного сезона на интенсивность выделения живицы.

В двух вариантах с рубками ухода с интенсивностью 35 % и внесением удобрения на одной из секций и интенсивной рубкой ухода 50 % выявлено достоверное влияние увеличения смолопродуктивности для всех ступеней толщины древостоя к возрасту спелого насаждения. Это, вероятно, связано с формированием на данных объектах более крупных по диаметру деревьев, чем на других секциях с разреживающими рубками.

Сортиментная рубка ухода с выборкой стволов диаметров 10–14 см привела к значительному снижению смолопродуктивности во всех ступенях толщины к возрасту спелости.

Наблюдается тенденция к увеличению смолопродуктивности у деревьев среднего диаметра (28 см), однако при имеющейся структуре древостоев по диаметру на исследуемых объектах достоверность влияния фактора ступени толщины (от 20 до 36 см) при *p*-уровне 0,05 отсутствует, различий по длине потека живицы не наблюдается.

Фактор размерности дерева по ступеням толщины 4 см оказывает влияние на смолопродуктивность на уровне достоверности 90 % в наиболее смолопродуктивных насаждениях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бегунков, О.И. Эффективность прижизненного использования древесных ресурсов / О.И. Бегунков, Н.О. Бегункова // Международный научно-исследовательский журнал.– 2023.– № 10 (136). – DOI 10.23670/IRJ.2023.136.26.
2. Горкин, А.И. Методы определения продуктивности сосновых насаждений по выходу живицы / А.И. Горкин, О.В. Иконникова, В.В. Петрик // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы международной научно-технической конференции, (г. Вологда, 6–7 декабря 2016 г.). – Вологда: Вологодский государственный университет, 2017. – С. 11–13.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б.А. Доспехов. – М.: Альянс, 2011.– 350 с.
4. Новоселов, А.С. Влияние экологических условий на получение терпентина в осушаемых сосняках Вологодской области / А.С. Новоселов, А.Л. Федяев, В.В. Петрик // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал.– 2014.– № 2 (338). – С. 40–45.
5. Пастухова, Н.О. Связь морфологических признаков со смолопродуктивной способностью сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в гидроморфных и автоморфных типах леса / Н.О. Пастухова, В.В. Петрик, Е.Н. Наквасина, А.И. Горкин // Вестник КрасГАУ.– 2014.– № 8 (95). – С. 151–155.
6. Пастухова, Н.О. Лесоводственно-таксационные признаки смолопродуктивности сосняков и проект мероприятий по повышению выхода живицы. – Текст: электронный / Н.О. Пастухова, А.М. Антонов // Международный студенческий научный вестник.– 2014.– № 3. – URL: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=11891 (дата обращения: 11.05.2024).
7. Пастухова, Н.О. Сравнительный анализ смолопродуктивности сосны в разных лесорастительных условиях / Н.О. Пастухова, А.И. Горкин, О.П. Лебедева // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал.– 2018.– № 2 (362). – С. 49–57.
8. Петрик, В.В. Точность ускоренных методов определения смолопродуктивности сосны / В.В. Петрик, А.С. Ярунов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал.– 1997.– № 5. – С. 125–130.
9. Петрик, В.В. Лесоводственные методы интенсификации подсочки сосновых древостоев / В.В. Петрик // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал.– 2002.– № 3. – С. 38–44.
10. Петрик, В.В. Лесоводственные методы повышения смолопродуктивности сосновых древостоев. / В.В. Петрик. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2004.– 236 с.
11. Сеннов, С.Н. Итоги 60-летних наблюдений за естественной динамикой леса / С.Н. Сеннов. – СПб.: Труды СПБНИИЛХ, 1999.– 98 с.
12. Сеннов, С.Н. Результаты длительных опытов с рубками ухода за лесом / С.Н. Сеннов // Лесное хозяйство.– 2001.– № 2. – С. 28–29.
13. Фролов, Ю.А. Основные показатели смолопродуктивности сосновых насаждений для расчета нормативов / Ю.А. Фролов, С.Н. Штрахов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал.– 2009.– № 3. – С. 129–131.
14. Хабарова, Е.П. Влияние ассимиляционного аппарата на смолопродуктивность сосны обыкновенной / Е.П. Хабарова, Н.О. Пастухова, П.А. Феклистов, В.В. Петрик // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии.– 2015. – Вып. 212. – С. 66–77.
15. Штрахов, С.Н. Обоснование расчета нормативов смолопродуктивности сосны обыкновенной для Северо-Западного региона Российской Федерации / С.Н. Штрахов, Ю.А. Фролов // Труды СПбНИИЛХ.– 2009. – Вып. 3 (20). – С. 100–112.

REFERENCES

1. Begunkov O.I., Begunkova N.O. Efficiency of lifetime use of wood resources. *International Research Journal [Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel›skij zhurnal]*, 2023, no. *10 (136)*. – DOI 10.23670/IRJ.2023.136.26. (In Russian).
2. Gorkin A.I., Ikonnikova O.V., Petrik V.V. Methods of determining the productivity of pine plantations by oleoresin yield. *Proceedings of the Conference "Aktual›nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa" [Aktual›nyye problemy razvitiya lesnogo kompleksa, materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, g. Vologda, 6–7 dekabrya 2016 g.]*. Vologda, Vologda State University, 2017, pp. 11–13. (In Russian).
3. Dospekhov B.A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results. Textbook, Moscow, 2011.– 350 p. (In Russian).
4. Novoselov A.S., Fedyaev A.L., Petrik V.V. Influence of environmental conditions on terpentine production in drained pine forests of the Vologda Region. *Russian Forestry Journal [Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal]*, 2014, no. 2 (338), pp. 40–45. (In Russian).
5. Pastuhova N.O., Petrik V.V., Nakvasina E.N., Gorkin A.I. Relation of morphological traits to the resin-productive capacity of common pine (*Pinus sylvestris* L.) in hydromorphic and automorphic forest types. *The Bulletin of KrasGAU [Vestnik KrasGAU]*, 2014, no. 8 (95), pp. 151–155. (In Russian).
6. Pastuhova N.O., Antonov A.M. Lesovodstvenno-otaxatsionnye features of resin productivity of pine forests and the project of measures to increase the yield of oleoresin. Text electronic]. *International Student Scientific Bulletin [Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik]*, 2014, no. 3. URL: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=11891 ((date of access: 11/05/2024). (In Russian).
7. Pastuhova N.O., Gorkin A.I., Lebedeva O.P. Comparative analysis of pine resin productivity in different forest conditions. *Russian Forestry Journal [Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal]*, 2018, no. 2 (362), pp. 49–57. (In Russian).
8. Petrik V.V., Yarunov A.S. Accuracy of accelerated methods for determining the resin productivity of pine trees. *Russian Forestry Journal [Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal]*, 1997, no. 5, pp. 125–130. (In Russian).
9. Petrik V.V. Forestry methods of intensification of pine stands under resin harvesting. *Russian Forestry Journal [Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal]*, 2002, no. 3, pp. 38–44. (In Russian).
10. Petrik V.V. Forestry methods of increasing resin productivity of pine stands. Arkhangelsk, Arkhang. Publishing House. State tech. university, 2004, 236 p. (In Russian).
11. Sennov S.N. Results of 60-year observations of natural forest dynamics. St. Petersburg, 1999. 98 p. (In Russian).
12. Sennov S.N. Results of long-term experiments with forest maintenance. *Forestry [Lesnoe hozyajstvo]*, 2001, no. 2, pp 28–29. (In Russian).
13. Frolov Yu.A., Shtrahov S.N. Main indicators of resin productivity of pine plantations for calculation of norms. *Russian Forestry Journal [Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal]*, 2009, no. 3, pp. 129–131. (In Russian).
14. Habarova E.P., Pastuhova N.O., Feklistov P.A., Petrik V.V. Influence of assimilation apparatus on resin productivity of common pine trees. *News of the St. Petersburg Forestry Academy [Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotehniceskoj akademii]*, 2015, vol. 212, pp. 66–77. (In Russian).
15. Shtrahov S.N., Frolov Y.A. Justification of calculation of norms of resin productivity of common pine for the North-West region of the Russian Federation. *Proceedings of the Saint Petersburg Forestry Research Institute [Trudy SPbNIILH]*, 2009, vol. 3 (20), pp. 100–112. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 13.05.2024