

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

**ОСОБЕННОСТИ СМОЛОВЫДЕЛЕНИЯ В ДРЕВОСТОЯХ СОСНЫ
(*PINUS SYLVESTRIS* L.) РАЗНОГО СОСТАВА
И ТОВАРНОЙ СТРУКТУРЫ В ЧЕРНИЧНОМ ТИПЕ ЛЕСА**

Введение. В настоящее время объем добычи сосновой живицы в России заметно снизился по причине общего спада производства в стране и высокой трудоемкости подсочного производства. Максимальный объем заготовки живичной массы был достигнут в 1965 году и составил 198,2 тыс. тонн [Пастухова, 2017]. По данным интернет-порталов объем спроса на рынке канифоли и смоляных кислот в России в 2022 году составил 30138 тонн, что ниже объема рынка предыдущего года на 39,5% [Анализ..., 2022]. Доля импортной продукции в 2021 году составила 26,3%, в следующем году данный показатель увеличился до 42,4%. На сегодняшний день Беларусь является лидером по производству живичной канифоли в СНГ, производя около 5 тыс. тонн и занимая 20% на российском рынке. При этом емкость отечественного рынка белорусами оценивается в 100 тыс. тонн [Клюев, Прокопчук, 2017]. Несмотря на это, спрос на живицу и продукты ее переработки остался стабильным, а нехватка сырья компенсируется за счет различных синтетических заменителей, поставляемых из Китая [Пастухова, 2017]. При этом в мире ежегодно собирается около 800 тыс. тонн хвойной живицы, из которых две трети поступает из Китая [Анализ..., 2022]. Вопрос импортозамещения продуктов заготовки и переработки живицы ввиду сложившейся ситуации встает достаточно остро [Горкин, 2019]. В связи с вышесказанным, актуальность исследований по данной проблематике на сегодняшний день имеет особенную значимость.

Подсочка базируется, как правило, на эксплуатации сосновых древостоев. Сосна обыкновенная, произрастающая на территории России, имеет более низкую по сравнению с другими видами сосен смолопродуктивность, хотя основной объем живицы и добывается в древостоях этого вида сосны [Пастухова, 2017]. При проведении подсочки большой интерес вызывают деревья с повышенной способностью выделять живичную массу. Использование низкосмолопродуктивных деревьев делает нерентабельным подсочное производство, поэтому необходимо уметь распознать деревья

с наименьшим выходом живицы до начала подготовительных работ при заготовке добываемого сырья. Наиболее рациональным мероприятием по совершенствованию подсочного производства и повышению его рентабельности является улучшение природы самого объекта эксплуатации, то есть улучшение биологической естественной смолопродуктивности сосновых древостоев, особенно в насаждениях с разной долей участия сосны [Ярунов, Петрик, 2002].

На количество выделяемой живицы влияют условия произрастания древостоя, лесоводственно-таксационные признаки насаждений, а также морфологические и биометрические критерии насаждений и макроструктурные показатели древесины. Основным показателем, который существенно влияет на процессы смолообразования и смоловыделения, а также имеет сложные и многогранные связи с сосновыми насаждениями, являются условия местопроизрастания древостоев [Фролов, Штрахов, 2009; Новоселов и др., 2014]. Наиболее продуктивными считаются черничные и брусничные местообитания [Пастухова и др., 2018]. В таких древостоях могут встречаться как деревья с низкой продуктивностью, так и с высокой, что делает важным вопрос их дифференциации в конкретном лесном массиве [Пастухова и др., 2014]. Уход за лесом также влияет на смолопродуктивность насаждений [Петрик, 2002; Беляева, Данилов, 2014; Пастухова, Антонов, 2014].

Согласно действующим правилам (Приложение к приказу Минприроды России от 09.11.2020 № 911 «Правила заготовки живицы») в подсочку могут передаваться лесные насаждения с долей участия сосны в составе древостоя менее 40% от общего запаса древесины лесного насаждения. В подсочку передаются спелые и перестойные лесные насаждения сосны I–IV классов бонитета. В разновозрастных сосновых насаждениях, в которых предусматривается проведение выборочных рубок, подсочка может проводиться за 10 лет до проведения рубки. При этом подсочка должна проводиться только в отношении деревьев, подлежащих рубке в первый прием. В связи с вышесказанным целью проводимого исследования было определение смолопродуктивности сосны в насаждениях с разной долей её участия.

Материалы и методика исследования. Опытными объектами для исследования смолопродуктивности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) являлись спелые древостои с разной долей участия сосны на постоянных пробных площадях, заложенных сотрудниками ЛенНИИЛХа [Филиппов, Пирогов, 2001]. Данные объекты были заложены для изучения естественной динамики хода роста насаждений, поэтому древостои сформировались

без лесохозяйственного воздействия и ныне относятся к Дружносельскому участковому лесничеству в Гатчинском районном лесничестве Ленинградской области [Проект..., 2001]. Исследования смолопродуктивности в чистых по составу древостоях сосны проводились на пробных площадях с различными вариантами рубок ухода и комплексного ухода, заложенных в начале 70-х гг. С.Н. Сенновым в том же лесничестве. Рубки ухода проводились средней интенсивности, вносимое удобрение – азот 120 кг/га по д.в. [Сеннов, 1984, 2001]. Все исследуемые насаждения относятся к черничному типу леса, объединены сходством почвенно-грунтовых условий и находятся в смежных кварталах лесничества (40 и 48). Характеристики насаждений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Таксационные характеристики древостоев на опытных объектах**Taxation characteristics of forest stands at experimental sites**

№ ППП	Состав и возраст древостоя на 2023 год	Тип леса	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Запас, м ³ /га
14	6C ₉₀ 3E ₉₀ 1B ₉₀	С.ЧВО	24	24	495
16А	8C ₉₀ 2E ₉₀ +B ₈₀	С.ЧС	24	22	370
16Б	5C ₉₀ 4E ₉₀ 1B ₈₀	С.ЧО	24	22	405
22	8C ₉₀ 2E ₉₀ +B ₉₀ , Oc ₈₀	С.ЧС	28	28	360
23	9C ₉₅ 1E ₈₀ +B ₉₅ , Oc ₈₅	С.ЧС	28	28	475
12-1	10C ₉₀	С.ЧВО	24	24	345
12-2	10C ₉₀	С.ЧВО	25	26	380
12-3	10C ₉₀	С.ЧВО	25	28	375

Примечание: С.ЧВО – черничник влажный осушенный; С.ЧС – черничник свежий; С.ЧО – черничник осушенный

На сегодняшний день существует несколько методов ускоренного определения смолопродуктивности сосновых древостоев, имеющих свои особенности, трудозатраты и точность опыта [Горкин и др., 2017; Бегунков, Бегункова, 2023]. Выбор метода зависит от технических возможностей и лесоводственно-таксационных показателей древостоя. Самое распространенное определение осуществляется по прямому признаку – выходу живицы [Петрик, 2004]. Поэтому важно определить наиболее точный метод определения смолопродуктивной способности отдельного дерева и древостоя.

Согласно ОСТ 13-80-79 «Подсочка деревьев хвойных пород. Термины и определения» для определения выхода живицы из дерева используется метод с односторонней карой шириной 10 см, который позволяет получить точные результаты с одной подновки. Однако этот метод требует значительных затрат времени и усилий, что делает его применение не всегда целесообразным, а в некоторых случаях даже невозможным. В связи с этим разработаны альтернативные методы, которые позволяют быстрее определить смолопродуктивность сосновых насаждений. Эти методы менее точные, но требуют меньше трудозатрат.

Существует метод микроранений, который был предложен Высоцким в 1983 г. [Пастухова и др., 2014]. Такой метод менее трудоемок и практически не оказывает влияния на жизнедеятельность деревьев (размеры ранений минимальные), но дает возможность определять в основном только относительную смолопродуктивность. Способ заключается в том, что на дерево пробойником наносится по одному круглому микроранению диаметром 5 мм и глубиной 4-5 мм. Далее в рану вставляется полиэтиленовая трубка того же диаметра длиной 100 см. Затем через 24 ч по длине выделившейся и накопившейся в трубке живицы судят о смолопродуктивной способности дерева. Главный недостаток данного метода – зависимость от качества нанесения ранений, так как при их малой площади даже незначительные изменения глубины могут привести к большим колебаниям по длине в выходе живицы. Существует еще один метод ускоренного определения смолопродуктивности сосновых насаждений, который был предложен Проказиным – метод сверления [Пастухова, 2017]. Суть способа заключается в том, что кору дерева подрумянивают, не доходя до луба, а затем с помощью сверла диаметром 16 мм делают отверстие на глубину 10 мм и прикрепляют смолоприемник с пробиркой, куда и поступает живица через отводную трубку. При сопоставлении данных этого метода с результатами обычной (без химического воздействия) подсочки автором способа установлена тесная связь абсолютных показателей, которая выражается коэффициентами прямолинейной корреляции $R = 0,63...0,85$. Один ускоренный способ определения смолопродуктивности сосны, предложенный Хировым и Невзоровым в 1965 г., осуществляется с помощью насечек луба [Петрик, Ярунов, 1997]. На стволе дерева зачищается грубая кора на высоте груди и метчиком проводится вертикальный желоб. Верх желоба расширяют до небольшой площадки и на ней небольшим сверлом высекают кружок луба. Смолопродуктивность дерева определяется через 24 ч после нанесения ранения.

Предложенный Петриком и Яруновым способ заключается в подрумывании коры дерева на высоте груди, где затем специальным молотком со встроенным в него лезвием наносится ранение [Петрик, Ярунов, 1997]. По истечении 10 ч измеряется длина потека живицы. Данный метод и использовался как базовый в нашем исследовании.

Учет на пробных площадях проводился с использованием четырехсантиметровых ступеней толщины. Отбор деревьев осуществлялся с равномерным охватом всех ступеней на пробных площадях. По действующим нормативам пригодными для проведения подсочки являются здоровые, без значительных повреждений деревья с диаметром ствола сосны 20 см и более, поэтому ряд распределения деревьев для отбора и определялся этими параметрами. Деревья были промаркированы, после чего проводилось удаление грубой коры с участка 100–120 см на высоте 1,3 м от уровня земли. На обработанной поверхности на высоте 1,3 м наносилось микроранение диаметром и глубиной 5 мм под углом в 45°. Через 10 ч у каждого дерева измерялся потек живицы. Химическое воздействие не применялось, были охвачены только неповрежденные, здоровые деревья сосны. На обработанные участки ствола наносилось по четыре ранения, расположенных по направлениям сторон света. По истечении установленного времени была проведена оценка длины потеков живицы, после чего вычислено среднее арифметическое значение потока на одно дерево, а также для каждой категории толщины и для всего лесного массива в целом. Измерения осуществлялись ежемесячно в летний период 2023 г., чтобы обеспечить надежные результаты и оценить влияние месяца на продуктивность смолы.

Для последующей статистической обработки использовались программы Microsoft Excel и Statistica 11. Для анализа влияния факторов на показатели применялся однофакторный дисперсионный анализ, рассчитывался F -критерий Фишера. При сравнении средних значений по группам использовался t -критерий Стьюдента [Бондаренко, Жигунов, 2016].

Результаты исследования. Влияние месяца сбора на показатель смолопродуктивности было достоверно определено только на одном объекте – ППП-23. Разница между июлем и августом по показателям смолопродуктивности составила по средним значениям подтека насаждения 40,2 против 49,6 (значение расчетного t -критерия для зависимых выборок составило 2,92 при $p = 0,027$). На остальных семи опытных объектах значимого на уровне 95% влияния месяца лета на смолопродуктивность не наблюдается. В связи с этим в дальнейшем рассматривалась средняя смолопродуктивность ступени толщины древостоя за летний период без разделения по месяцам сбора.

Относительно влияния направления сбора по сторонам света было определено, что в целом на исследуемых объектах значимых различий не наблюдается (табл. 2). Статистический анализ показал, что в чистых сосняках несмотря на относительно большую разницу в средних значениях (Юг – 36,49 и Восток – 43,20), достоверные различия дисперсий групп отсутствуют.

Таблица 2

Средние показатели подтека живицы (см) на опытных объектах**Average indices of resin underflow (cm) on experimental sites**

№ ППП	Направление				
	Север	Юг	Запад	Восток	Среднее на ППП
Смешанные насаждения с преобладанием сосны					
ПП-14	47,39	47,73	43,75	51,29	47,54
ПП-16А	35,91	29,26	34,69	33,50	33,34
ПП-16Б	48,44	46,31	57,86	46,18	49,70
ПП-22	30,80	35,78	29,08	36,67	33,08
ПП-23	44,61	46,83	39,55	48,62	44,90
Среднее по направлению	41,43	41,18	40,98	43,25	-
Чистые сосняки					
ПП-12-1	41,53	43,04	29,88	50,10	41,14
ПП-12-2	37,67	27,45	30,08	31,92	31,78
ПП-12-3	42,47	38,97	51,75	47,59	45,19
Среднее по направлению	40,55	36,49	37,24	43,20	–

По представленным в табл. 2 средним значениям подтека по ППП можно наблюдать, что смолопродуктивность исследуемых древостоев не одинакова. Для выявления влияния состава и структуры древостоя на показатели смолопродуктивности сосны был проведён однофакторный дисперсионный анализ на основе полученных данных по пробным площадям. Гипотеза влияния состава и структуры насаждения на смолопродуктивность подтвердилась, $F_{расч} = 4,34$ при $p = 0,021$. С целью анализа наличия

разницы между ППП и группировки данных был проведен анализ по t -критерию. Полученные результаты подтвердили значимые различия по выделению живицы сосной между пробными площадями с разным составом древостоя (табл. 3)

Таблица 3

t -критерий для независимых выборок по смолопродуктивности на опытных объектах с разной долей участия сосны в насаждении

t -criterion for independent samples of resin productivity in experimental sites with different proportion of pine in the stand

Сравни- ваемые ППП	Среднее по группе 1	Среднее по группе 2	t	ν	p	σ груп- груп- пы 1	σ груп- груп- пы 2	F -отн. дисп.	p -знач. дисп.
22 и 23	33,01	44,90	-2,03	18	0,057	13,90	7,56	3,38	0,146
22 и 16А	33,31	33,34	-0,01	23	0,995	13,90	13,29	1,09	0,889
22 и 16Б	33,31	49,70	-3,12	23	0,005	13,90	12,23	1,29	0,679
22 и 14	33,31	47,27	-2,46	24	0,021	13,90	15,02	1,17	0,793
23 и 16А	44,90	33,34	2,10	17	0,051	7,56	13,29	3,09	0,178
23 и 16Б	44,90	49,70	-0,93	17	0,364	7,56	12,23	2,62	0,249
23 и 14	44,90	47,27	-0,39	18	0,702	7,56	15,02	3,94	0,103
16А и 16Б	33,34	49,70	-3,14	22	0,005	13,29	12,23	1,18	0,788
16А и 14	33,34	47,27	-2,45	23	0,022	13,29	15,02	1,28	0,693
16Б и 14	49,70	47,27	0,44	23	0,664	12,23	15,02	1,51	0,505

Примечание: t – t -критерий Стьюдента; ν – степени свободы; p – расчетный уровень значимости при тестировании с использованием t -критерия; σ – стандартное отклонение; F -отн. дисп. – расчетное значение F -критерия; p -знач. дисп. – расчетный уровень значимости при дисперсионном анализе. Жирным выделены показатели, значимые на уровне $p < 0,05$

Анализируя различия по смолопродуктивности сосны в древостоях с разным составом, можно отметить, что в ряде случаев они отсутствуют. Это в первую очередь связано фактически с равной долей участия сосны в составе насаждения, как например 80% сосны на ППП-22 и ППП-16А (табл. 1). Однако в ряде случаев при разной доле участия сосны в составе древостоя статистического различия не наблюдается. Вероятно, это связа-

но с тем, что в данных насаждениях деревья сосны находятся в оптимуме произрастания для продуцирования живицы и доля участия других пород не оказывает на них угнетающего воздействия в данных лесорастительных условиях. Необходимо отметить, что различия в показателях смолопродуктивности на ППП-23 с ППП-14 и ППП-16Б наблюдаются при p -уровне = 0,1, но не являются достоверными при заданном уровне значимости в 95% (табл. 3). При этом ППП-14 и ППП-16Б, имеющие в составе 60% и 50% сосны соответственно, имеют относительно однородные показатели по продуктивности. Таким образом, в насаждениях с различной долей сосны можно выделить 2 подгруппы по показателям смолопродуктивности – ППП-22 и ППП-16А и подгруппа ППП-23, ППП-16Б, ППП-14.

Для постоянных пробных площадей в чистых насаждениях сосны не было выявлено различий по выделению живицы между контрольной секцией и секцией с комплексным уходом, между остальными вариантами различия наблюдаются (табл. 4).

Таблица 4

***t*-критерий для независимых выборок по смолопродуктивности
на опытных объектах в чистых сосняках**

***t*-criterion for independent samples of resin productivity in experimental sites
with different proportion of pine in in the clear pine stands**

Сравниваемые ППП	Среднее по группе 1	Среднее по группе 2	<i>t</i>	<i>v</i>	<i>p</i>	σ группы 1	σ группы 2	<i>F</i> -отн. дисп.	<i>p</i> -знач. дисп.
12-3 и 12-2	45,19	31,96	2,96	21	0,007	12,76	7,81	2,67	0,134
12-3 и 12-1	45,19	41,14	0,82	22	0,419	12,76	11,35	1,26	0,704
12-2 и 12-1	31,96	41,14	-2,24	21	0,036	7,81	11,35	2,11	0,250

Примечание: сокращения те же, что и в табл. 3

В данный момент на объекте с чистыми сосновыми насаждениями последствия уходов значительно сказались на ряде распределения деревьев по ступеням толщины. После проведения комплексного ухода сформировалось насаждение со значительной представленностью крупных ступеней толщины 28-32 см, а в насаждении, затронутом только рубкой ухода, ряд распределения имеет перекося в левой части в сторону малых ступеней толщины 12-16 см, не пригодных для подсочки. В контрольном насаждении наблюдается близкое к нормальному распределение (рис. 1).

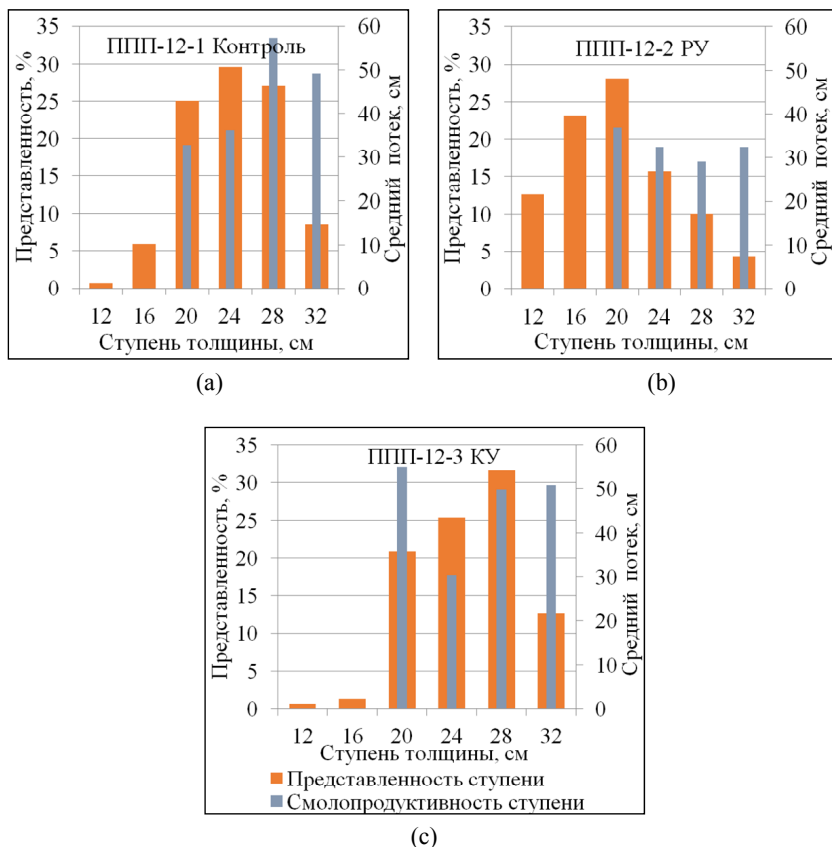


Рис. 1. Ряды распределения по ступеням толщины древостоя и показатели среднего потока смолы в чистых сосновых насаждениях:

- (a) ППП-12-1 –контроль; (b) ППП-12-2, затронутая рубками ухода;
(c) ППП-12-3, затронутая комплексным уходом

Fig. 1. Gradient distribution series of stand thickness and average resin runoff in pure pine stands: (a) Plot 12-1 – Control; (b) Plot 12-2 affected by thinning; (c) Plot 12-3 affected by complex maintenance

Общих закономерностей в корреляции представленности ступени толщины дерева в насаждении и её смолопродуктивности не наблюдается. Фактор влияния ступени толщины древостоя на смолопродуктивность присутствует на ППП-12-1 и 12-3 (табл. 5), на ППП 12-2 предварительный дисперсионный анализ не выявил значимого влияния фактора ступени,

в связи с этим в табл. 5 данные по анализу различий между ступенями толщины древостоя на данной ППП не представлены. В обоих рассмотренных случаях деревья сосны ступени толщины 20 см контрастно отличаются по смолопродуктивности от остальных. В контрольном насаждении – в меньшую сторону, а в насаждении, пройденном комплексным уходом – в большую сторону.

Таблица 5

***t*-критерий для независимых выборок по смолопродуктивности
в чистых сосняках**

***t*-criterion for independent samples of resin productivity in pure pine stands**

Сравни- ваемые ступени	Среднее по группе 1	Среднее по группе 2	<i>t</i>	<i>v</i>	<i>p</i>	σ груп- груп- пы 1	σ груп- груп- пы 2	<i>F</i> -отн. дисп.	<i>p</i> -знач. дисп.
Для ППП-12-1 (контроль)									
20 и 24	32,69	36,17	−0,49	14	0,630	11,54	16,27	1,99	0,385
20 и 28	32,69	57,33	−2,08	14	0,057	11,54	31,48	7,44	0,017
20 и 32	32,69	49,28	−2,38	14	0,032	11,54	15,99	1,92	0,409
24 и 28	36,17	57,33	−1,69	14	0,113	16,27	31,48	3,74	0,103
24 и 32	36,17	49,28	−1,62	14	0,127	16,27	15,99	1,04	0,964
28 и 32	57,33	49,28	0,64	14	0,529	31,48	15,99	3,88	0,095
Для ППП 12-3 (комплексный уход)									
20 и 24	54,93	30,30	4,15	30	<0,001	18,45	14,96	1,52	0,427
20 и 28	54,93	49,89	0,69	22	0,496	18,45	12,70	2,11	0,322
20 и 32	54,93	50,82	0,58	22	0,568	18,45	10,63	3,01	0,146
24 и 28	30,30	49,89	−3,17	22	0,004	14,96	12,70	1,39	0,685
24 и 32	30,30	50,82	−3,45	22	0,002	14,96	10,63	1,98	0,366
28 и 32	49,89	50,82	−0,16	14	0,876	12,70	10,63	1,43	0,651

Примечание: сокращения те же, что и в табл. 3

Для выявления сходств и различий в насаждениях с разным составом по смолопродуктивности был проведён анализ данных на пробных площадях в смешанных сосновых насаждениях по ступеням толщины. В связи со статистическими закономерностями, отмеченными выше, данные на части

ППП являлись однородными, поэтому выборки рассматривались по двум подгруппам. Одна из подгрупп имеет сходный состав, средняя структура и смолопродуктивность данной группы приведены на рис. 2. Единично встречаются деревья ступеней толщины 40–48 см.

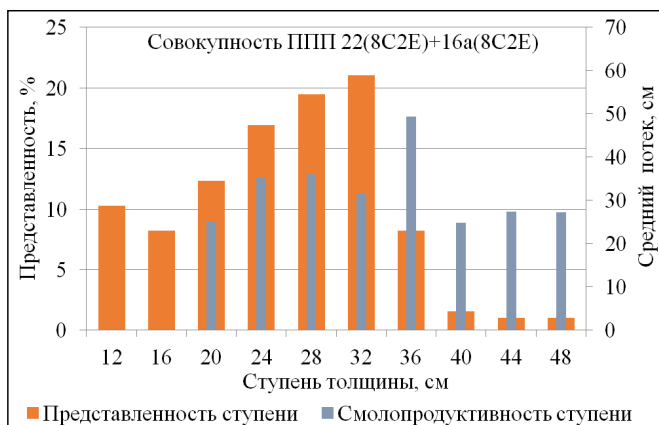


Рис. 2. Представленность деревьев сосны по ступеням толщины древостоя и длина потока смолы в модели насаждения с долей сосны 80%

Fig. 2. Representation of pine trees by diameter classes and resin flow length in model stands with 80% pine share

Полученные результаты показали, что в насаждении с долей участия сосны 80% в составе имеются значимые различия по выделению живицы по ступеням толщины. Для ступени 36 см смолопродуктивность статистически значимо выше всех остальных ступеней. Прослеживается тенденция уменьшения смолопродуктивности незначительно представленных толстых деревьев (всего по 1–2 такому дереву на пробной площади) от 40 до 48 см ступени толщины. Степень толщины 40 см значимо отличается от ступени 28 см ($t_{расч} = -2,14$ при $p = 0,040$) и 36 см ($t_{расч} = 4,12$ при $p < 0,001$). От других ступеней на уровне значимости 95% она не отличается. По другим ступеням толщины показатели смолопродуктивности различаются незначимо.

Для совокупности участков с большей (ППП-23 – 90%) и меньшей долей участия сосны (ППП-16Б и ППП-14 – 50–60%) в составе насаждения прослеживается тенденция увеличения смолопродуктивности ступеней толщины 32 и 36 см. Показатели ступени толщины 32 см значимо отлича-

ются от остальных в большую сторону, однако со ступенью толщины 36 см данные однородны ($t_{расч} = 1,70$ при $p = 0,096$). Если отобразить данную совокупность ППП, объединенных сходными показателями смолопродуктивности, в виде модели, то распределение и соответствующая ступеням толщины продуктивность будут иметь вид, представленный на рис. 3.

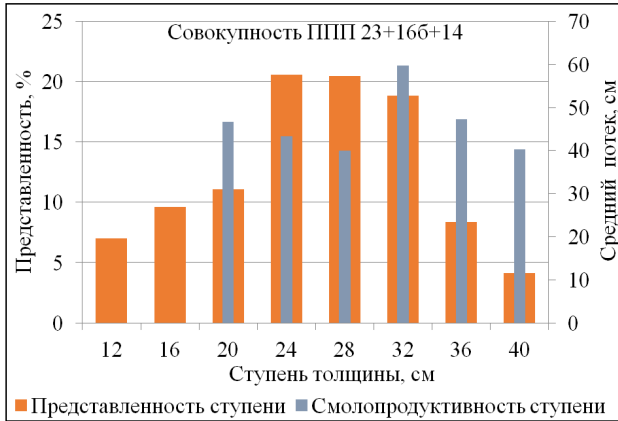


Рис. 3. Представленность деревьев сосны по ступеням толщины древостоя и длина потока смолы в модели насаждения с различной долей сосны

Fig. 3. Representation of pine trees by diameter classes and resin flow length in model pine stand

Заключение. Проведённое исследование показало неоднозначный характер влияния состава насаждения на смолопродуктивность сосны.

В ряде случаев не было выявлено явных различий между насаждениями с преобладанием сосны и древостоями с меньшей долей её участия. Вероятно, влияние количественной представленности деревьев по категориям крупности является более весомым фактором по смолопродуктивности в древостоях с различной долей участия сосны. В целом наблюдается тенденция большего выделения живицы с увеличением доли сосны в составе древостоя с ростом класса диаметра ствола. Для постоянных пробных площадей в чистых насаждениях сосны не было выявлено различий по выделению живицы между контрольной секцией и секцией с комплексным уходом. Однако между остальными вариантами наблюдаются значимые различия, что связано, так же как и в смешанных древостоях сосны, с различной долей представ-

ленности деревьев по ступеням крупности. Наиболее рациональным мероприятием по совершенствованию подсочного производства и повышению его рентабельности является улучшение природы самого объекта эксплуатации, то есть улучшение биологической естественной смолопродуктивности сосновых древостоев, особенно в насаждениях с разной долей участия сосны.

Вклад авторов. Все авторы внесли равный вклад на всех этапах исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Анализ рынка канифоли в России – 2022. Показатели и прогнозы. URL: <https://marketing.rbc.ru/research/35646> (дата обращения: 15.07.2024).

Бегунков О.И., Бегункова Н.О. Эффективность прижизненного использования древесных ресурсов // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 10 (136). С. 1–4.

Беляева Н.В., Данилов Д.А. Закономерности функционирования сосновых и еловых фитоценозов на объектах рубок ухода и комплексного ухода за лесом: монография. СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2014. 164 с.

Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Статистическая обработка данных в лесном хозяйстве: учебное пособие. СПб.: СПбГЛТУ, 2016. 124 с.

Горкин А.И. О возможности переработки сосновой живицы на местах ее заготовки // ИВУЗ. Лесной журнал. 2019. № 1 (367). С. 96–105.

Горкин А.И., Иконникова О.В., Петрик В.В. Методы определения продуктивности сосновых насаждений по выходу живицы // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: матер. межд. науч.-тех. конф. Вологда: ВоГУ, 2017. С. 11–13.

Клюев А.Ю., Прокопчук Н.Р. Глубокая комплексная переработка живицы сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2017. №1(193). С. 41–53.

Новоселов А.С., Федяев А.Л., Петрик В.В. Влияние экологических условий на получение терпентина в осушаемых сосняках Вологодской области // ИВУЗ. Лесной журнал. 2014. № 2 (338). С. 40–45.

Пастухова Н.О. Критерии смолопродуктивности сосновых древостоев: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск: САФУ, 2017. 19 с.

Пастухова Н.О., Антонов А.М. Лесоводственно-таксационные признаки смолопродуктивности сосняков и проект мероприятий по повышению выхода живицы // Международный студенческий научный вестник. 2014. № 3. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=11891> (дата обращения: 15.07.2024).

Пастухова Н.О., Петрик В.В., Наквасина Е.Н., Горкин А.И. Связь морфологических признаков со смолопродуктивной способностью сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в гидроморфных и автоморфных типах леса // Вестник КрасГАУ. 2014. № 8 (95). С. 151–155.

Пастухова Н.О., Горкин А.И., Лебедева О.П. Сравнительный анализ смолопродуктивности сосны в разных лесорастительных условиях // ИВУЗ. Лесной журнал. 2018. № 2 (362). С. 49–57.

Петрик В.В. Лесоводственные методы интенсификации подсочки сосновых древостоев // ИВУЗ. Лесной журнал. 2002. № 3. С. 38–44.

Петрик В.В. Лесоводственные методы повышения смолопродуктивности сосновых древостоев. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2004. 236 с.

Петрик В.В., Ярунов А.С. Точность ускоренных методов определения смолопродуктивности сосны // ИВУЗ. Лесной журнал. 1997. № 5. С. 125–130.

Проект организации и ведения лесного хозяйства ОЛХ «Сиверский лес» СПбНИИЛХа: пояснительная записка. СПб., 2001. 201 с.

Сеннов С.Н. Уход за лесом (экологические основы). М.: Лесн. пром-ть, 1984. 128 с.

Сеннов С.Н. Результаты длительных опытов с рубками ухода за лесом // Лесное хозяйство. 2001. № 2. С. 28–29.

Филиппов Г.В., Пирогов Н.А. Ход роста древостоев, не затронутых хозяйственным воздействием // Сб. тр. СПбНИИЛХ. 2001. Вып. 1(5). 32 с.

Фролов Ю.А., Штрахов С.Н. Основные показатели смолопродуктивности сосновых насаждений для расчета нормативов // ИВУЗ. Лесной журнал. 2009. № 3. С. 129–131.

Ярунов А.С., Петрик В.В. Перспективы подсочного производства и исследований в области подсочки // ИВУЗ. Лесной журнал. 2002. № 5. С. 30–35.

References

Analysis of rosin market in Russia – 2022. Indicators and forecasts. URL: <https://marketing.rbc.ru/research/35646> (assessed: 15.07.2024). (In Russ.)

Begunkov O.I., Begunkova N.O. Efficiency of lifetime utilization of wood resources. *International Research Journal*, 2023, no. 10 (136), pp. 1–4. (In Russ.)

Belyaeva N.V., Danilov D.A. Regularities of functioning of soybean and spruce phytocenoses on the objects of thinning and integrated forest care: a monograph. St. Petersburg: Polytechnic University Publishing House, 2014. 164 p. (In Russ.)

Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Statistical data processing in forestry: textbook. St. Petersburg: St. Petersburg State Forestry University Publishing House, 2016. 124 p. (In Russ.)

Filippov G.V., Pirogov N.A. Growth progress of stands not affected by economic impact. *Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Agriculture*, 2001, vol. 1(5). 32 p. (In Russ.)

Frolov Y.A., Shtrakhov S.N. Basic indices of resin productivity of pine plantations for calculation of norms. *IVUZ. Forestry Journal*, 2009, no. 3, pp. 129–131. (In Russ.)

Gorkin A.I. On the possibility of processing pine oleoresin at the places of its harvesting. *IVUZ. Forestry Journal*, 2019, no. 1 (367), pp. 96–105. (In Russ.)

Gorkin A.I., Ikonnikova O.V., Petrik V.V. Methods for determining the productivity of pine plantations based on oleoresin yields. *Actual problems of forest complex development: materials of the international sci-tech. conf. Vologda, 2017*, pp. 11–13. (In Russ.)

Klyuev A.Y., Prokopchuk N.R. Deep complex processing of pine oleoresin (*Pinus sylvestris* L.). *Proceedings of BSTU. Series 2: Chemical Technologies, Biotechnology, Geocology*, 2017, no. 1(193), pp. 41–53. (In Russ.)

Novoselov A.S., Fedyayev A.L., Petrik V.V. Influence of ecological conditions on terpentine production in drained pine forests of the Vologda Oblast. *Russian Forestry Journal*, 2014, no. 2 (338), pp. 40–45. (In Russ.)

Pastukhova N.O. Criteria of resin productivity of pine stands: author's abstract. Dis. ... Candidate of Agricultural Sciences. Arkhangelsk: NAFU, 2017. 19 p. (In Russ.)

Pastukhova N.O., Antonov A.M. Forest taxation indications of resin productivity of pine forests and the project of measures to increase the yield of oleoresin. *International Student Scientific Bulletin*, 2014, no. 3. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=11891> (accessed July 15, 2024). (In Russ.)

Pastukhova N.O., Petrik V.V., Nakvasina E.N., Gorkin A.I. Relation of morphological features to the resin-productive capacity of the common pine (*Pinus sylvestris* L.) in hydromorphic and automorphic forest types. *The Bulletin of KrasGAU*, 2014, no. 8 (95), pp. 151–155. (In Russ.)

Pastukhova N.O., Gorkin A.I., Lebedeva O.P. Comparative analysis of pine resin productivity in different forest conditions. *IVUZ. Forestry Journal*, 2018, no. 2 (362), pp. 49–57. (In Russ.)

Petrik V.V. Forestry methods of intensification of pine stands under resin harvesting. *IVUZ. Forestry Journal*, 2002, no. 3, pp. 38–44. (In Russ.)

Petrik V.V. Forestry methods of increasing resin productivity of pine stands. Arkhangelsk: Arkhangelsk State Technical University Publishing House, 2004. 236 p. (In Russ.)

Petrik V.V., Yarovov A.S. Accuracy of accelerated methods for determining the resin productivity of pine trees. *IVUZ. Forestry Journal*, 1997, no. 5, pp. 125–130. (In Russ.)

Project of forestry organization and management in Siversky les Experimental Forestry of St. Petersburg Research Institute of Agriculture: explanatory note. St. Petersburg, 2001. 201 p. (In Russ.)

Sennov S.N. Forest care (Environmental Basics). Moscow: Forest industry, 1984. 128 p. (In Russ.)

Sennov S.N. Results of long-term experiments with forest maintenance cuttings. *Forestry Journal*, 2001, no. 2, pp. 28–29. (In Russ.)

Yarovov A.S., Petrik V.V. Prospects of resin production and research in the field of resin harvesting. *IVUZ. Forestry Journal*, 2002, no. 5, pp. 30–35. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 19.08.2024

Штрахов С.Н., Данилов Д.А., Зайцев Д.А. Особенности смоловыделения в древостоях сосны (*Pinus sylvestris* L.) разного состава и товарной структуры в черничном типе леса // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 252. С. 170–187. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.252.170-187

Актуальность исследований по смолопродуктивности сосны на сегодняшний день имеет особую значимость, так как этот вопрос встает достаточно остро в связи с импортозамещением продуктов заготовки и переработки живицы. Подсочка живицы базируется, как правило, на эксплуатации сосновых древостоев, и при её проведении большой интерес вызывают деревья с повышенной способностью выделять живичную массу. Согласно действующим правилам заготовки живицы в Российской Федерации в подсочку могут передаваться лесные насаждения с долей участия сосны в составе древостоя не менее 40% от общего запаса древесины лесного насаждения. В связи с вышесказанным целью проводимого исследования было определение смолопродуктивности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в насаждениях с разной долей её участия. Опытными объектами для исследования смолопродуктивности сосны являлись спелые древостои сосны с долей её участия от 50 до 100% на постоянных пробных площадях в Ленинградской области. Для определения смолопродуктивности сосны применялся метод микроранений с последующим измерением потока через 10 ч. Проведённое исследование показало неоднозначный характер влияния состава насаждения на смолопродуктивность сосны. В ряде случаев не было выявлено явных различий между насаждениями с преобладанием сосны и древостоями с меньшей долей её участия. Вероятно, влияние количественной представленности деревьев по категориям крупности является более весомым фактором по смолопродуктивности в древостоях с различной долей участия сосны. В целом наблюдается тенденция большего выделения живицы с увеличением доли сосны в составе древостоя с ростом класса диаметра ствола. Для постоянных пробных площадей в чистых насаждениях сосны не было выявлено различий по выделению живицы между контрольной секцией и секцией с комплексным уходом. Однако между остальными вариантами наблюдаются значимые различия, что связано, так же как и в смешанных древостоях сосны, с различной долей представленности деревьев по ступеням крупности.

Ключевые слова: сосновые древостои, подсочка, живица, смолопродуктивность, недревесное пользование лесом.

Shtrakhov S.N., Danilov D.A., Zaytsev D.A. Specific aspects of resin production in pine (*Pinus sylvestris* L.) stands of different stand composition and commodity structure in the blueberry forest type. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2025, iss. 252, pp. 170–187 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.252.170-187

The relevance of research on this issue today is of particular importance, because in connection with the current situation the issue of import substitution of products of harvesting and processing of oleoresin is quite acute. Oleoresin extraction is based, as a rule, on the exploitation of pine stands, and during its realization the trees with increased ability to produce oleoresin mass are of great interest. According to the current rules of oleoresin harvesting in the Russian Federation, the following forest stands can be transferred for exploitation: forest stands with the share of pine in the stand composition of not less than 40% of the total wood stock of the forest stand. In connection with the above-mentioned, the purpose of this study was to determine the resin productivity of pine in stands with different shares of pine (*Pinus sylvestris* L.). Experimental objects for the study were mature stands of pine with the share of its participation from 50 to 100% on permanent sample plots in the Leningrad region. To determine the resin productivity of pine trees, the micro-wounding method was used followed by flow measurement after 10 hours. The study showed that the influence of stand composition on pine resin productivity is not unambiguous. In some cases, no clear differences were found between pine-dominated stands and stands with a lower proportion of pine. Probably, the influence of quantitative representation of trees by size categories is a more significant factor in resin productivity in stands with a different proportion of pine. In general, there is a tendency for greater oleoresin extraction as the proportion of pine in the stand increases with increasing trunk diameter class. For the permanent sample plots, in pure pine stands, no differences in oleoresin extraction were found between the control section and the section with integrated management. However, a significant difference was observed between the other variants, which is related, as well as in mixed pine stands, to the different proportion of tree representation by size stages.

Key words: pine stands, resin harvesting, oleoresin, resin productivity, non-timber forest use.

ШТРАХОВ Сергей Николаевич – начальник департамента лесного хозяйства по Северо-Западному федеральному округу.

194021, Институтский пр., д. 21, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: info@szfo.rosleshoz.gov.ru

SHTRAKHOV Sergey N. – Head of the Forestry Department for the North-West Federal District.

194021. Institutskiy pr. 21. St. Petersburg. Russia. E-mail: info@szfo.rosleshoz.gov.ru

ДАНИЛОВ Дмитрий Александрович – заведующий кафедрой почвоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 5826-3852. ORCID: 0000-0002-7504-5743.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: stown200@mail.ru

DANILOV Dmitriy A. – DSc (Agriculture), Head of Soil Science Department, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 5826-3852. ORCID: 0000-0002-7504-5743.

194021. Institutsky per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: stown200@mail.ru

ЗАЙЦЕВ Дмитрий Андреевич – старший научный сотрудник отдела агрохимии и агроландшафтов Ленинградского НИИСХ «Белогорка» – филиала Федерального исследовательского центра картофеля имени А.Г. Лорха, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 1340-0849. ORCID: 0000-0002-8704-6516.

188338, Институтская ул., 1, д. Белогорка, Гатчинский район, Ленинградская область, Россия. E-mail: disoks@gmail.com

ZAYTSEV Dmitriy A. – PhD (Agriculture), Senior Researcher of Department of Agrochemistry and Agrolandscapes, Leningrad Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre. SPIN-code: 1340-0849. ORCID: 0000-0002-8704-6516.

188338. Institutskaya str. 1. Belogorka. Leningrad Region. Russia. E-mail: disoks@gmail.com