

Научная статья

УДК 630*232.32

DOI: 10.37482/0536-1036-2025-4-20-34

Особенности выращивания посадочного материала сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесных питомниках Зауралья

М.В. Ермакова, *д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр.*; ResearcherID: [AAE-9520-2020](https://orcid.org/0000-0002-9894-6587),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9894-6587>

Ботанический сад УрО РАН, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия, 620144; m58_07e@mail.ru

Поступила в редакцию 25.11.23 / Одобрена после рецензирования 26.02.24 / Принята к печати 28.02.24

Аннотация. Изучены повреждение стволиков сеянцев сосны при проведении ручного ухода в посевах, густота посевов и выход стандартного посадочного материала, базисная плотность древесины стволиков 2-летних сеянцев сосны обыкновенной в питомниках лесной и лесостепной зон Зауралья. В полевых условиях проводили сортировку сеянцев по характеру повреждения стволиков. В лаборатории измеряли биометрические показатели сеянцев и определяли базисную плотность древесины стволиков в 1-й и 2-й годы роста по методу максимальной влажности. Установлено, что посадочный материал сосны обыкновенной в питомниках лесной и лесостепной зон Зауралья подразделяется на 3 основные категории: без признаков механических повреждений, с признаками механических повреждений и с раздвоением стволика, возникающим в результате спонтанных или индуцированных мутаций. Доля сеянцев с механическим повреждением в питомниках лесной зоны невелика – не более 11 %. В питомниках лесостепной зоны таких сеянцев – 30 %. Показано, что в питомниках лесной зоны в некоторых случаях густота посевов повышена. Выход стандартных 2-летних сеянцев сосны значительно варьирует по питомникам как лесной, так лесостепной зоны и не имеет четко выраженной связи с густотой стояния. Отмечено, что 2-летние сеянцы, выращенные в питомниках лесной зоны, характеризуются значительно более низкими биометрическими показателями стволиков. Установлено, что в 1-й год выращивания сеянцы сосны в лесной и лесостепной зонах практически не различаются по темпам роста в высоту. На 2-й год сеянцы сосны лесостепной зоны в основном имеют значительно более высокие темпы роста в высоту, чем сеянцы в лесной зоне. У сеянцев сосны в лесной зоне базисная плотность древесины стволиков существенно лучше по сравнению с сеянцами лесостепной зоны. Соотношение этого показателя у побегов 2-го и 1-го годов выращивания для питомников лесной зоны составляло в среднем – 0,80, а для лесостепной – 0,85.

Ключевые слова: лесные питомники, сосна обыкновенная, сеянцы, механическое повреждение стволиков, плотность древесины

Благодарности: Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН «Ботанический сад УрО РАН» (регистрационный номер 1022040300042-6-1.6.19; 1.6.14;4.1.2).

Для цитирования: Ермакова М.В. Особенности выращивания посадочного материала сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесных питомниках Зауралья // Изв. вузов. Лесн. журн. 2025. № 4. С. 20–34. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2025-4-20-34>

Original article

Features of Growing the Planting Material of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Forest Nurseries of the Trans-Urals

Mariya V. Ermakova, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Research Scientist;

ResearcherID: [AAE-9520-2020](https://orcid.org/0000-0002-9894-6587), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9894-6587>

Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. 8 Marta, 202a, Yekaterinburg, 620144, Russian Federation; m58_07e@mail.ru

Received on November 25, 2023 / Approved after reviewing on February 26, 2024 / Accepted on February 28, 2024

Abstract. The damage to the stems of pine seedlings during manual care in crops, the density of crops and the yield of standard planting material, as well as the basic density of wood of the stems of 2-year-old Scots pine seedlings in nurseries of the forest and forest-steppe zones of the Trans-Urals have been studied. In field conditions, seedlings have been sorted according to the nature of the damage to the stems. In the laboratory, the biometric parameters of seedlings have been measured and the basic density of the wood of the stems in the 1st and 2nd years of growth using the maximum moisture method. It has been established that the planting material of Scots pine in nurseries of forest and forest-steppe zones of the Trans-Urals is divided into 3 main categories: without signs of mechanical damage, with signs of mechanical damage and with bifurcation of the stem, arising as a result of spontaneous or induced mutations. The proportion of seedlings with mechanical damage in forest zone nurseries is small – no more than 11 %. In nurseries of the forest-steppe zone such seedlings account for 30 %. It has been shown that in forest zone nurseries, in some cases, the density of crops is increased. The yield of standard 2-year-old seedlings varies significantly across nurseries in both the forest and forest-steppe zones and does not have a clearly defined relationship with the density of the stand. It has been noted that 2-year-old pine seedlings grown in forest zone nurseries are characterized by significantly lower biometric parameters of the stems. It has been established that in the 1st year of cultivation, pine seedlings in the forest and forest-steppe zones practically do not differ in height growth rates. In the 2nd year, pine seedlings in the forest-steppe zone generally have significantly higher growth rates in height than seedlings in the forest zone. In pine seedlings in the forest zone, the basic density of the wood of the stems is significantly higher compared to seedlings in the forest-steppe zone. The ratio of this indicator for shoots of the 2nd and 1st years of cultivation for nurseries in the forest zone has averaged 0.80, and for the forest-steppe – 0.85.

Keywords: forest nurseries, Scots pine, seedlings, mechanical damage to the stems, wood density

Acknowledgements: The work was carried out within the framework of the state assignment for the Federal State Budgetary Scientific Institution “Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences” (registration no. 1022040300042-6-1.6.19; 1.6.14;4.1.2).

For citation: Ermakova M.V. Features of Growing the Planting Material of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Forest Nurseries of the Trans-Urals. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2025, no. 4, pp. 20–34. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2025-4-20-34>

Введение

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является одной из важнейших в экономическом и экологическом отношениях древесной породой для всего

Уральского региона, включая и Зауралье (Свердловская и Курганская области). Интенсивное использование сосновых лесов главным образом в целях получения древесины, а также периодически повторяющиеся широкомасштабные лесные пожары привели к необходимости постоянного интенсивного лесовосстановления, в т. ч. искусственным путем, на всей территории Зауралья. Соответственно, требуется обеспечение этого процесса стандартным посадочным материалом (Нормы выхода стандартных семян деревьев и кустарников в лесных питомниках Российской Федерации от 25.10.1995, приказ № 144) сосны обыкновенной [13].

Искусственное лесовосстановление сосны на территории исследования осуществляется преимущественно путем посадки на лесокультурных площадях 2-летних семян сосны по подготовленным плужным бороздам.

Основная часть посадочного материала сосны в Зауралье выращивается в лесных базисных питомниках, которые функционируют уже не одно десятилетие [15]. Естественно, что в питомниках наблюдается сильное истощение почв и, как следствие, снижение выхода посадочного материала хвойных пород. Сложившаяся ситуация решается прежде всего посредством интенсификации агротехнических мероприятий, в т. ч. с помощью активного применения органических и неорганических удобрений, а также нетрадиционных инновационных препаратов [9, 17, 22].

В то же время необходимо учитывать некоторые слабоизученные факторы, которые могут оказывать негативное влияние на выход посадочного материала в лесных питомниках. Одним из основных агротехнических мероприятий при выращивании посадочного материала в Зауралье является уничтожение сорной травянистой растительности путем ручной прополки в течение всего периода выращивания [3]. Это зачастую приводит к механическому повреждению части семян. Однако до настоящего времени количество данных о фактических объемах пострадавших при ручных уходах семян, возможной связи количества повреждений с густотой посевов, а также воздействии таких повреждений на общий выход посадочного материала сосны незначительно [8].

Для искусственного лесовосстановления биометрические параметры 2-летних семян сосны и их соответствие требованиям стандарта (Правила лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления от 29.12.202, зарегистрирован 11.02.2022. № 67240) являются важным показателем качества посадочного материала. Однако, на наш взгляд, до настоящего времени уделяется недостаточное внимание физико-механическим свойствам древесины стволиков семян. А именно эти параметры, интегральным показателем которых может быть базисная плотность древесины, во многом обуславливают устойчивость семян и их способность успешно противостоять неблагоприятным факторам окружающей среды при дальнейшем произрастании на лесокультурной площади [7, 10, 23]. Это крайне важно для специфических почвенно-климатических условий Зауралья, при значительном дефиците посадочного материала и его периодической переброске из лесной зоны в лесостепную, а также в обратном направлении.

Цель работы – сравнительное комплексное изучение степени повреждаемости семян при ручных уходах, густоты их стояния, биометрических харак-

теристик, выхода стандартного посадочного материала, а также определение базисной плотности древесины стволиков 2-летних сеянцев сосны обыкновенной в питомниках сопредельных лесных районов лесной и лесостепной зон Зауралья.

Объекты и методы исследования

В весенний период 2020 г. были изучены биометрические параметры и базисная плотность древесины 2-летних сеянцев сосны, выращенных в условиях типичных базисных питомников лесной (Средне-Уральский таежный район – СУТР, Свердловская область) и лесостепной (Западно-Сибирский подтаежно-лесостепной район – ЗСПЛР, Курганская область) зон Зауралья. Лесные районы, где проводились исследования, непосредственно граничат друг с другом. Расстояние от крайней северной точки лесной зоны территории выполнения научных работ до крайней южной точки в лесостепной не превышает 400 км.

В целом климат района исследований [1, 2] характеризуется как континентальный. Годовая амплитуда среднемесячных температур воздуха (января–июля) в лесной зоне составляет – 34–44 °С и в лесостепной – 34–36 °С. Зима продолжительная, многоснежная, с частыми метелями. Для лесной зоны более типично короткое, умеренно теплое, а для Зауральской лесостепи – короткое, жаркое, периодически засушливое лето. Количество осадков в течение вегетационного периода составляет в лесной и лесостепной зонах 220–300 и 175–225 мм соответственно.

Почвенные условия питомников были представлены в достаточно широком диапазоне. Для лесной зоны характерны средне- и тяжелосуглинистые дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоленности [6]. Содержание гумуса – повышенное (4,6–6,2 %), фосфора и калия – от очень низкого (2,7,0–13,0 мг·экв/100 г почвы) до среднего (1,0–9,0 мг·экв/100 г почвы) [16]. Следует отметить, что особенностью Березовского питомника является то, что на его территории есть участки как средне-, так и тяжелосуглинистых дерново-подзолистых почв.

Для питомников лесостепной зоны свойственны легко- и среднесуглинистые светло-серые, серые лесные почвы и выщелоченные черноземы [6]. Содержание гумуса, фосфора и калия варьировало от очень низкого до повышенного – 1,0–4,8 %, 3,8–14,1, 2,8–12,0 мг·экв/100 г почвы соответственно [16]. Степень кислотности колебалась от слабокислой до кислой.

Во всех исследованных питомниках применялся безрядковый 6-строчный посев (рис. 1) со сдвоенными посевными строчками через 10–30–10–30–10 см, где 10 см – ширина сдвоенных строчек, 30 см – расстояние между отдельными сдвоенными строчками (общая ширина ленты – 90 см), межленточное пространство – 60 см. Общая ширина посевной площади, включая колею трактора, не превышала 1,5 м. Посев выполнялся сеялками СЛУ-5-20 и СЛП-М с соответствующей настройкой высевающего аппарата. Данная схема посевов применяется почти во всех питомниках лесной и лесостепной зон Зауралья. Она позволяет снизить уровень промерзания почвы в зимний период и ее иссушение при недостатке влаги летом.

При посеве использовались семена I класса качества местного происхождения с глубиной заделки 5–10 мм. Норма высева семян составляла 2,5 г/пог. м. Для предпосевной подкормки применялся суперфосфат в дозе 10–30 г/м².



Рис. 1. Сеянцы сосны на 2-й год выращивания при 6-строчном посеве со сдвоенными строчками
Fig. 1. Pine seedlings in the 2nd year of cultivation with 6-row-double-row-sowing

Для оценки густоты стояния сеянцев при узкострочном посеве в регионе распространен норматив 100 шт./пог. м для лесной и 80 шт./пог. м для лесостепной зоны [14, 16].

Для каждой зоны было подобрано по 5 наиболее типичных лесных питомников: Ревдинский (1), Билимбаевский (2), Егоршинский (3), Асбестовский (4), Березовский (5) для лесной зоны; Кетовский (6), Просветский (7), Курганский (8), Шадринский (9), Куртамышский (10) для лесостепной. Следует отметить, что к настоящему времени часть исследованных питомников как в лесной, так и в лесостепной зоне вследствие высоких экономических затрат выведена из эксплуатации.

Для проведения исследования в каждом обследованном питомнике отбиралось не менее 1000 сеянцев путем закладки 2 диагональных трансект. Все отобранные сеянцы распределялись на поврежденные и неповрежденные, с установлением средней густоты посевов.

После этого методом случайной выборки из неповрежденных сеянцев отграничивали участок с произрастанием 100 сеянцев для проведения исследования. Поврежденные сеянцы разделялись на 3 группы: повреждение в 1-й год выращивания, повреждение во 2-й год выращивания и повреждение и в 1-й, и во 2-й годы выращивания.

В лабораторных условиях у каждого сеянца измерялись биометрические параметры – диаметр стволика у корневой шейки ($D_{к.ш}$), высота стволика ($H_{ств}$), длина прироста побегов за 1-й (Z_1) и 2-й годы вегетации (Z_2). Все сеянцы распределялись на 4 группы по требованиям стандарта: стандартные по $D_{к.ш}$ и стандартные по $H_{ств}$ (1); стандартные по $D_{к.ш}$ и нестандартные по $H_{ств}$ (2); нестандартные по $D_{к.ш}$ и стандартные по $H_{ств}$ (3); нестандартные по $D_{к.ш}$ и нестандартные по $H_{ств}$ (4). Стандарт устанавливался в соответствии с требованиями [15]: для СУТР $D_{к.ш}$ – не менее 1,0 мм, $H_{ств}$ – не менее 10 см; для ЗСПЛР $D_{к.ш}$ – не менее 2,5 мм, $H_{ств}$ – не менее 12 см.

Для побегов за 1-й и 2-й годы вегетации определяли базисную плотность древесины по методу максимальной влажности [5, 19]. Взвешивание осуществ-

вляли на аналитических весах X120 (Shimadzu). Точность взвешивания – до 0,0001 г.

Для апостериорного сравнения показателей использовался LSD-тест (критерий наименьшей значимости). Статистическая обработка данных производилась с применением MSO Excel 2013 и пакета программ Statistica 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ данных, полученных в результате проведенного исследования, показал, что посадочный материал сосны обыкновенной в питомниках лесной и лесостепной зон Зауралья можно разделить на 3 категории: без признаков механических повреждений, с признаками механических повреждений и сеянцы с раздвоением стволика, возникающим в результате спонтанных или индуцированных мутаций [4].

Для 2-летних сеянцев сосны с механическими повреждениями характерен хорошо заметный слом стволика при его повреждении в 1-й год роста, часто в сочетании с грубой утолщенной хвоей, или заметная деформация (утолщение) стволика в месте повреждения, если оно получено во 2-й год выращивания (рис. 2).

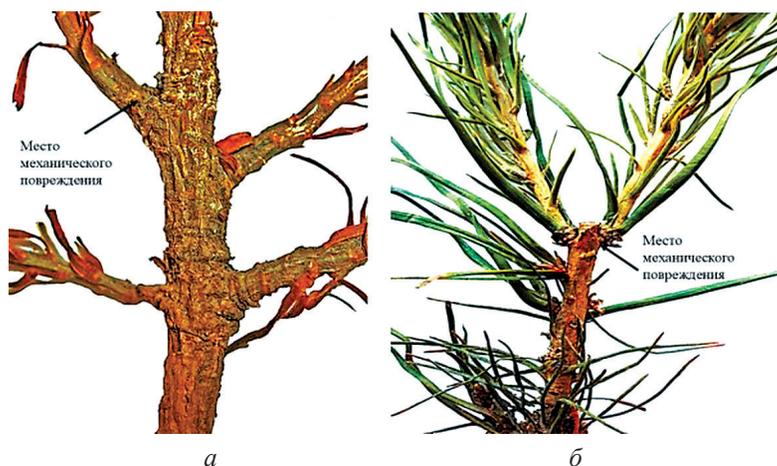


Рис. 2. Двухлетние сеянцы сосны с механическим повреждением стволика:
а – в 1-й год выращивания; *б* – во 2-й год выращивания

Fig. 2. Two-year-old pine seedlings with mechanical damage to the stem:
a – in the 1st year of cultivation; *b* – in the 2nd year of cultivation

Установлено, что средняя густота стояния сеянцев в посевных строчках (табл. 1) в питомниках лесостепной зоны и в 3 питомниках лесной зоны соответствовала нормативам или была близка к ним. Исключение составили питомники 2 и 3 в лесной зоне, где густота строчек оказалась на 24–57 % больше требований. Вероятно, в этих питомниках были завышены нормы высева семян, что и привело к значительному увеличению густоты посевов.

Количество сеянцев сосны с раздвоением стволика – двойчатки (спонтанный или индуцированный мутагенез) – оказалось примерно на одном уровне для лесной и лесостепной зон. Такие сеянцы составляли ощутимо незначительную долю от общего количества 2-летних сеянцев. Соответственно, они не влияли на общий объем выхода сеянцев.

Таблица 1

Распределение 2-летних сеянцев сосны по категориям повреждения стволиков
The distribution of 2-year-old pine seedlings by stem damage categories

Номер питомника	Количество сеянцев, шт./пог. м	Доля от общего количества сеянцев, %		
		без повреждений	с механическими повреждениям	двойчатки
<i>СУТР</i>				
1	110	90,1	9,0	0,9
2	157	94,0	5,0	1,0
3	124	88,9	10,8	0,3
4	88	89,0	8,0	3,0
5	105	88,2	11,0	0,8
<i>ЗСПЛР</i>				
6	71	68,2	30,0	1,8
7	85	74,0	25,2	0,8
8	80	72,9	27,0	0,1
9	76	68,0	30,0	2,0
10	87	79,0	20,0	1,0

В свою очередь, доля 2-летних сеянцев сосны с механическим повреждением стволика в питомниках лесной и лесостепной зон значительно различалась. В питомниках лесной зоны – не превышала 11 %. В питомниках лесостепной зоны уровень повреждения стволиков резко увеличивался и достигал 1/5–1/3 от общего количества.

В питомниках лесной зоны большая часть повреждений стволиков сеянцев (табл. 2) происходила на 2-й год выращивания. В питомниках лесостепной зоны уровень повреждаемости стволиков сеянцев сосны был примерно одинаковым в 1-й и 2-й годы выращивания. Следует отметить, что довольно значительная часть сеянцев получала механические повреждения стволика как в 1-й, так и во 2-й годы выращивания.

Таблица 2

Распределение повреждения стволиков 2-летних сеянцев сосны по годам выращивания
The distribution of damage to the stems of 2-year-old pine seedlings by year of cultivation

Номер питомника	Доля от общего количества поврежденных сеянцев, %, за год(ы) выращивания		
	1-й	2-й	1-й и 2-й
<i>СУТР</i>			
1	59,1	30,2	9,7
2	47,4	29,1	23,5
3	53,5	18,5	30,2
4	60,0	18,3	21,7
5	64,2	28,2	17,6
<i>ЗСПЛР</i>			
6	38,9	30,0	31,1
7	35,4	36,0	28,6
8	39,0	36,0	25,0
9	37,8	35,1	27,1
10	45,0	38,4	16,6

Данная ситуация, особенно в питомниках лесостепной зоны, требует изменений в проведении агротехнических мероприятий по выращиванию сеянцев сосны. Одним из вариантов решения проблемы является применение различных гербицидов для борьбы с сорной растительностью [11, 20, 22]. Однако данный подход имеет целый ряд негативных последствий. Прежде всего, гербициды могут оказывать неблагоприятное воздействие на сеянцы [21], а также накапливаться в почве. Кроме того, сорные растения довольно быстро приобретают резистентность к гербицидам, что требует увеличения дозы препарата или его смены [3, 11, 12]. Вероятно, улучшение ситуации возможно только при комплексных изменениях в агротехнике выращивания сеянцев сосны, например, при снижении частоты прополок в посевах совместно с применением современных, более безопасных, препаратов для удаления сорной травянистой растительности и средств механизации [18].

Распределение неповрежденных 2-летних сеянцев по требованиям стандарта показало, что между отдельными питомниками как в лесной, так и в лесостепной зоне существуют значительные колебания (табл. 3) по доле каждой группы от общего количества неповрежденных сеянцев.

Таблица 3

Распределение неповрежденных 2-летних сеянцев сосны по группам стандарта
The distribution of intact 2-year-old pine seedlings by standard groups

Номер питомника	Группа			
	1	2	3	4
<i>СУТР</i>				
1	60,0	27,1	0	12,9
2	60,3	11,6	11,7	10,4
3	82,4	11,8	5,9	0
4	100,0	0	0	0
5	12,8	6,4	15,4	65,4
<i>ЗСПЛР</i>				
6	83,1	16,9	0	0
7	30,3	49,5	0	20,2
8	55,7	36,4	0	8,0
9	85,3	14,7	0	0
10	85,5	0,0	14,5	0

В питомниках лесной зоны, где была отмечена очень высокая густота стояния сеянцев (питомники 1–3), тем не менее наблюдалась довольно большая и даже очень большая (питомник 3) доля полностью стандартных сеянцев. В то же время в питомнике 5 (сопоставимом по густоте с питомником 1) доля таких сеянцев оказалась в 4,5 раза меньше, а основную часть 2-летних сеянцев составили полностью нестандартные. По видимости, в данном питомнике кроме истощенности почвы играет роль фактор тяжелого для выращивания сосны гранулометрического состава почвы. В питомнике 4 с густотой стояния сеянцев несколько ниже рекомендуемой все неповрежденные сеянцы соответствовали стандарту.

Доля полностью нестандартных семян в питомниках 1 и 2 была приблизительно равной, а в питомнике 3 семена с дефектами отсутствовали. Из остальных групп нестандартных семян в питомнике 1 представлена только группа 2. В питомниках 2 и 3 доля семян группы 2 оказалась примерно одинакова, доля группы 3 в питомнике 2 в 2 раза превышала долю таких семян в питомнике 3. В питомнике 5 количество семян группы 3 более чем в 2 раза превышало число семян группы 2.

В питомниках лесостепной зоны густота стояния семян характеризовалась как близкая к оптимальной и в питомниках 6, 9 и 10 доля полностью стандартных семян оказалась примерно одинаковой. При этом в питомнике 8 доля полностью отвечающих стандарту семян была в 1,5 раза ниже, чем в остальных питомниках лесостепной зоны. Наименьший выход (в 2,7 раза) полностью стандартных семян отмечен в питомнике 7 по сравнению с питомниками 6, 9 и 10.

Нестандартные семена в питомниках 6 и 9 были представлены семенами группы 2, в питомнике 10 – группой 3. Интересно отметить, что полностью нестандартные семена в этих питомниках не выявлены.

В свою очередь, в питомниках 7 и 8 вторыми по представленности из неповрежденных семян были нестандартные семена группы 2. Кроме того, в этих питомниках, особенно в питомнике 7, выявлена значительная доля полностью нестандартных 2-летних семян сосны.

Таким образом, не удалось пронаблюдать связь густоты посевов с объемом выхода стандартных и нестандартных семян сосны разных групп в питомниках как лесной, так и лесостепной зон.

Анализ биометрических характеристик посадочного материала сосны, проведенный с помощью LSD-теста, показал, что 2-летние семена в питомниках лесной зоны по всем группам стандарта достоверно (при $p \leq 0,05$) имеют значительно более низкие биометрические показатели по сравнению с семенами в питомниках лесостепной зоны Зауралья (табл. 4).

Обращает на себя внимание, что стандартные семена из питомников лесной зоны по $D_{к.ш}$ в основном значительно превосходят современные требования (2 мм), скорее, соответствуя более ранним (2,5 мм). Исключением является питомник 5 с тяжелым гранулометрическим, по сравнению с остальными питомниками, составом почвы. На наш взгляд, снижение требований к $D_{к.ш}$ для 2-летних семян сосны не оправдано, т. к. не способствует их устойчивости при посадке на лесокультурную площадь в достаточно сложных природно-климатических условиях лесной зоны Зауралья.

По темпам роста в высоту 2-летние семена сосны групп по стандарту 1–3 в лесной и групп 1–4 в лесостепной зоне имели более высокие темпы роста на 2-й год выращивания. У семян группы 4 в лесной зоне, напротив, на 2-й год отмечалось значительное снижение роста в высоту.

Стандартные и нестандартные семена сосны группы 3 в питомниках лесной зоны существенно не отличались (при $p \leq 0,05$) по темпам роста в высоту в 1-й год выращивания от семян лесостепной зоны. Однако на 2-й год полностью стандартные семена сосны из питомников лесостепной зоны имели значительно (при $p \leq 0,05$) более хороший рост в высоту по сравнению со стандартными семенами лесной зоны. Подобная динамика просматривается и у нестандартных семян групп 2–4. Это может объясняться фактором почвен-

но-климатических условий выращивания и генотипическими особенностями семян лесной и лесостепной зон Зауралья.

Таблица 4

Биометрические показатели 2-летних сеянцев сосны в питомниках
The biometric indicators of 2-year-old pine seedlings in nurseries

Номер питомника	Номер группы по стандарту	Показатель				
		$D_{к.ш}, \text{ см}$	$H_{ств}, \text{ см}$	$Z_1, \text{ см}$	$Z_2, \text{ см}$	Z_2/Z_1
<i>СУТР</i>						
1	1	$2,9 \pm 0,08$	$11,8 \pm 0,18$	$4,9 \pm 0,24$	$6,9 \pm 0,25$	$1,41 \pm 0,108$
	2	$2,6 \pm 0,09$	$8,6 \pm 0,20$	$3,1 \pm 0,09$	$5,4 \pm 0,17$	$1,74 \pm 0,036$
	4	$1,5 \pm 0,07$	$8,8 \pm 0,22$	$4,9 \pm 0,42$	$4,4 \pm 0,50$	$0,90 \pm 0,036$
2	1	$2,5 \pm 0,07$	$11,8 \pm 0,24$	$5,0 \pm 0,15$	$6,8 \pm 0,17$	$1,36 \pm 0,024$
	2	$2,3 \pm 0,05$	$9,4 \pm 0,09$	$4,3 \pm 0,21$	$5,1 \pm 0,23$	$1,19 \pm 0,042$
	3	$1,7 \pm 0,06$	$11,3 \pm 0,40$	$4,6 \pm 0,24$	$6,8 \pm 0,35$	$1,18 \pm 0,107$
	4	$1,7 \pm 0,04$	$9,0 \pm 0,22$	$5,5 \pm 0,19$	$4,1 \pm 0,17$	$0,76 \pm 0,106$
3	1	$2,9 \pm 0,07$	$13,0 \pm 0,22$	$5,7 \pm 0,14$	$7,4 \pm 0,13$	$1,30 \pm 0,104$
	2	$3,0 \pm 0,05$	$8,6 \pm 0,27$	$4,8 \pm 0,15$	$4,8 \pm 0,07$	$1,00 \pm 0,033$
	3	$1,7 \pm 0,05$	$13,0 \pm 0,48$	$6,1 \pm 0,55$	$6,9 \pm 0,40$	$1,13 \pm 0,052$
4	1	$3,4 \pm 0,09$	$14,9 \pm 0,30$	$5,8 \pm 0,12$	$6,0 \pm 0,21$	$1,03 \pm 0,142$
5	1	$2,2 \pm 0,05$	$13,2 \pm 0,38$	$6,3 \pm 0,19$	$6,9 \pm 0,20$	$1,10 \pm 0,042$
	2	$2,3 \pm 0,08$	$7,0 \pm 0,04$	$4,8 \pm 0,36$	$2,2 \pm 0,39$	$0,46 \pm 0,012$
	3	$1,8 \pm 0,07$	$12,3 \pm 0,16$	$5,3 \pm 0,14$	$6,4 \pm 0,13$	$1,20 \pm 0,088$
	4	$1,6 \pm 0,03$	$7,5 \pm 0,13$	$4,4 \pm 0,08$	$3,1 \pm 0,13$	$0,70 \pm 0,017$
<i>ЗСПЛР</i>						
6	1	$6,4 \pm 0,19$	$18,2 \pm 0,56$	$6,7 \pm 0,20$	$11,5 \pm 0,37$	$1,72 \pm 0,062$
	2	$4,4 \pm 0,38$	$10,7 \pm 0,10$	$4,4 \pm 0,28$	$6,2 \pm 0,36$	$1,40 \pm 0,042$
7	1	$4,1 \pm 0,20$	$14,6 \pm 0,13$	$4,9 \pm 0,25$	$9,7 \pm 0,28$	$1,98 \pm 0,011$
	2	$4,2 \pm 0,14$	$9,7 \pm 0,25$	$3,7 \pm 0,10$	$6,0 \pm 0,20$	$1,62 \pm 0,073$
	4	$2,0 \pm 0,13$	$9,6 \pm 0,29$	$4,1 \pm 0,15$	$5,5 \pm 0,19$	$1,34 \pm 0,083$
8	1	$5,2 \pm 0,16$	$15,3 \pm 0,26$	$6,8 \pm 0,47$	$8,5 \pm 0,16$	$1,25 \pm 0,006$
	2	$3,6 \pm 0,19$	$9,8 \pm 0,26$	$4,4 \pm 0,15$	$5,4 \pm 0,17$	$1,22 \pm 0,008$
	4	$2,2 \pm 0,08$	$7,9 \pm 0,34$	$2,9 \pm 0,21$	$5,0 \pm 0,16$	$1,72 \pm 0,012$
9	1	$5,3 \pm 0,15$	$16,8 \pm 0,39$	$5,9 \pm 0,19$	$10,9 \pm 0,32$	$1,84 \pm 0,050$
	2	$5,1 \pm 0,24$	$10,5 \pm 0,44$	$4,9 \pm 0,32$	$5,7 \pm 0,31$	$1,16 \pm 0,007$
10	1	$3,5 \pm 0,10$	$20,1 \pm 0,41$	$7,7 \pm 0,26$	$12,9 \pm 0,26$	$1,68 \pm 0,018$
	3	$2,1 \pm 0,06$	$16,0 \pm 1,00$	$6,8 \pm 0,91$	$9,2 \pm 0,15$	$1,35 \pm 0,031$

Дальнейший анализ результатов позволил установить, что по базисной плотности древесины побегов 1-го и 2-го годов выращивания сеянцы сосны (табл. 5), полученные в питомниках лесостепной зоны, значительно (при $p \leq 0,05$) уступают сеянцам лесной зоны, как в целом, так и по всем группам стандарта.

Таблица 5

Базисная плотность древесины 2-летних сеянцев сосны, кг/м³
 The basic density of wood of 2-year-old pine seedlings, kg/m³

Номер питомника	Номер группы по стандарту	Базисная плотность побега года выращивания	
		1-го	2-го
<i>СУТР</i>			
1	1	432 ± 1,91	346 ± 1,98
	2	428 ± 1,37	320 ± 1,37
	4	443 ± 1,18	343 ± 4,33
2	1	423 ± 3,80	339 ± 1,56
	2	417 ± 8,28	333 ± 3,85
	3	434 ± 9,58	345 ± 2,50
	4	442 ± 1,37	338 ± 3,38
3	1	423 ± 2,61	339 ± 1,23
	2	408 ± 4,69	327 ± 2,83
	3	443 ± 7,58	343 ± 4,86
4	1	400 ± 2,10	320 ± 1,32
5	1	442 ± 5,63	356 ± 6,03
	2	411 ± 7,02	346 ± 1,32
	3	441 ± 6,62	360 ± 4,40
	4	423 ± 3,64	345 ± 3,55
<i>ЗСПЛР</i>			
6	1	367 ± 2,23	309 ± 2,19
	2	346 ± 8,46	295 ± 3,91
7	1	358 ± 5,29	307 ± 2,56
	2	344 ± 3,57	302 ± 1,74
	4	369 ± 4,04	305 ± 7,49
8	1	360 ± 1,75	302 ± 2,46
	2	358 ± 2,93	293 ± 1,80
	4	368 ± 2,34	305 ± 5,00
9	1	350 ± 1,80	297 ± 1,77
	2	345 ± 5,25	290 ± 3,27
10	1	386 ± 2,09	330 ± 1,35
	3	379 ± 5,92	330 ± 3,74

У сеянцев сосны из питомников лесостепной зоны базисная плотность древесины побегов за 1-й год выращивания фактически соответствует показателю для сеянцев лесной зоны 2-го года выращивания.

Низкая плотность древесины стволиков в сочетании с их значительными размерами у 2-летних сеянцев сосны в питомниках лесостепной зоны во многом, на наш взгляд, объясняет их высокую повреждаемость при ручных уходах.

В свою очередь, не выявлено достоверной взаимосвязи (при $p \leq 0,05$) между базисной плотностью древесины побегов 1-го и 2-го годов выращивания для различных групп по стандарту как в лесной, так и в лесостепной зонах.

Также не удалось зафиксировать корреляции густоты стояния сеянцев и их биометрических характеристик с базисной плотностью древесины 2-летних

сеянцев, как в питомниках лесной, так и лесостепной зоны. Вероятно, надо учитывать, что рост сеянцев по диаметру и по высоте определяется не только почвенно-климатическими условиями выращивания, но и их генотипическими особенностями.

Анализ соотношения базисной плотности побегов 2-го и 1-го годов выращивания для стандартных сеянцев сосны показал, что как для лесной, так для лесостепной зоны эта величина является довольно стабильной (рис. 3).

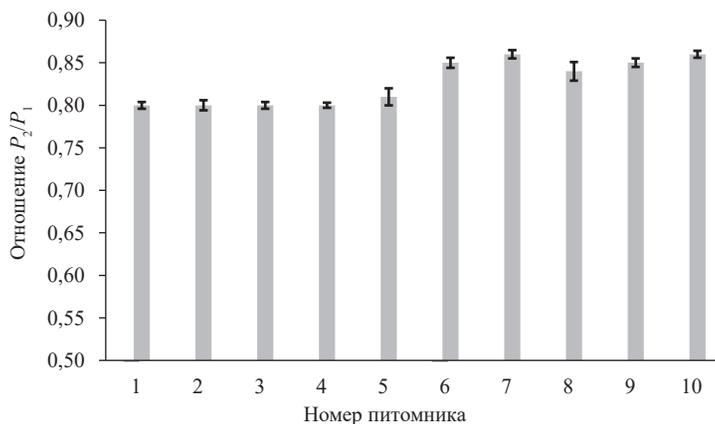


Рис. 3. Соотношение базисной плотности древесины (с ошибками среднего) побегов за 2-й (P_2) и 1-й (P_1) годы выращивания

Fig. 3. The ratio of the basic density of wood (with errors of the mean) of shoots for the 2nd (P_2) and 1st (P_1) years of cultivation

Таким образом, для 2-летних сеянцев сосны из питомников лесной зоны соотношение базисной плотности древесины побегов 2-го и 1-го годов выращивания составляло 0,80, а для лесостепной – 0,85. Такие данные могут служить качественным критерием для стандартных по биометрическим показателям 2-летних сеянцев сосны, выращенных в лесных питомниках Средне-Уральского таежного лесного района (лесная зона Зауралья) и Западно-Сибирского подтаежно-лесостепного лесного района (лесостепная зона).

У нестандартных 2-летних сеянцев сосны в питомниках как лесной, так и лесостепной зоны этот показатель, напротив, отличался заметным размахом. Для сеянцев группы 2 по стандарту это соотношение в питомниках лесной зоны колебалось от 0,74 до 0,84, а лесостепной – от 0,82 до 0,88. Для сеянцев группы 3 – 0,77–0,82 и 0,86–0,87 соответственно. Для сеянцев группы 4 – 0,77–0,82 и 0,83–0,87 соответственно.

Выводы

1. В питомниках лесной зоны наблюдался невысокий уровень механического повреждения сеянцев сосны при ручных агротехнических уходах. В питомниках лесостепной зоны, наоборот, до 30 % 2-летних сеянцев имели механические повреждения стволика, что требует серьезных изменений в агротехнике выращивания. Не установлено связи между количеством поврежденных сеянцев и густотой посевов.

2. Густота стояния 2-летних сеянцев сосны в лесных питомниках лесостепной зоны в целом соответствует существующим нормативам. В лесных

питомниках лесной зоны отмечается тенденция к значительно более высокой густоте стояния 2-летних семян сосны по сравнению с рекомендованной.

3. Доля групп 2-летних семян сосны при распределении по требованиям стандарта значительно различается по отдельным питомникам как в лесной, так и в лесостепной зоне и не связана с густотой посевов.

4. По биометрическим параметрам 2-летние сеянцы сосны из питомников лесостепной зоны значительно превосходят сеянцы из питомников лесной зоны.

5. По базисной плотности древесины, отражающей ее физико-механические свойства, 2-летние сеянцы сосны из питомников лесостепной зоны отстают от сеянцев из питомников лесной зоны.

6. Соотношение базисной плотности древесины побегов 1-го и 2-го годов выращивания для 2-летних стандартных семян сосны является специфическим как для питомников лесной, так и лесостепной зоны.

7. Посадочный материал 2-летних семян сосны, выращенный в условиях лесной и лесостепной зон Зауралья, существенно различается по комплексу биометрических показателей и характеристик древесины, что обуславливает использование его только в пределах зоны выращивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Агроклиматические ресурсы Курганской области. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 8–35.

Agroclimatic Resources of the Kurgan Region. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977, pp. 8–35. (In Russ.).

2. Агроклиматические ресурсы Свердловской области. Л.: Гидрометеиздат, 1978. С. 8–36.

Agroclimatic Resources of the Sverdlovsk Region. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1978, pp. 8–36. (In Russ.).

3. Андреева Н.В., Бобрович Л.В. Сорные травы и меры борьбы с ними // Наука и образование. 2021. Т. 4, № 4. С. 1–6.

Andreeva N.V., Bobrovich L.V. Weeds and Measures to Combat Them. *Nauka i obrazovanie*, 2021, vol. 4, no. 4, pp. 1–6. (In Russ.).

4. Буторина А.К., Мурая Л.С., Исаков Ю.Н. Соматическая редукция хромосом у сосны обыкновенной // Цитология. 1984. Т. 26, № 7. С. 852–855.

Butorina A.K., Muraya L.S., Isakov Yu.N. Somatic Reduction of Chromosomes in Scots Pine. *Tsitologiya*, 1984, vol. 26, no. 7, pp. 852–855. (In Russ.).

5. Гайнуллин Рин.Х., Цветкова Е.М., Гайнуллин Рин.Х. К вопросу об истинной плотности древесины // Деревообр. пром-сть. 2020. № 2. С. 11–20.

Gainullin R.H., Tsvetkova E.M., Gainullin R.H. The Study of the Real Specific Gravity of Wood. *Derevoobrabativalnaya promishlennost' = Woodworking Industry*, 2020, no. 2, pp. 11–20. (In Russ.).

6. Гафуров Ф.Г. Почвы Свердловской области. Екатеринбург: Уральск. ун-т, 2008. 386 с.

Gafurov F.G. *Soils of the Sverdlovsk Region.* Yekaterinburg, Ural University Publ., 2008. 386 p. (In Russ.).

7. Демаков Ю.И., Демитрова И.П., Нуреева Т.В., Симатова Т.Ю. Влияние начальной густоты и интенсивности прореживания древостоя в культурах сосны на прирост и плотность древесины // Вестн. Поволж. гос. техн. ун-та. Сер.: Лес, экология, природопользование. 2019. № 2(42). С. 26–40.

Demakov Yu.I., Demitrova I.P., Nureeva T.V., Simatova T.Yu. The Effect of Initial Density and Thinning Intensity of a Pine Stand on Growth and Wood Density. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* = Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management, 2019, no. 2(42), pp. 26–40. (In Russ.).

<https://doi.org/10.25686/2306-2827.2019.2.26>

8. Ермакова М.В. Морфологические нарушения стволика 2-летних сеянцев сосны. Saarbrücken: Labert Academic Publishing GmbH&CoKG, 2012. 117 с.

Ermakova M.V. *Morphological Abnormalities of the Stem of 2-Year-Old Pine Seedlings*. Saarbrücken, Labert Academic Publishing GmbH&CoKG, 2012. 117 p. (In Russ.).

9. Ермакова М.В., Стеценко С.К., Андреева Е.М. Влияние высокоактивных соединений на механические свойства древесины двулетних сеянцев сосны обыкновенной в лесных питомниках // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 1. С. 88–99.

Ermakova M.V., Stetsenko S.K., Andreeva E.M. Influence of Highly Active Compounds on Mechanical Properties of Wood of Two-Year-Old Scots Pine Seedlings in Forest Nurseries. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2023, no. 1, pp. 88–99. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-1-88-99>

10. Загородский М.А., Третьяков С.В., Коптев С.В. Плотность древесины сосны обыкновенной в осушаемом сосняке сфагновом // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 2. С. 160–171.

Zagorodski M.A., Tretyakov S.V., Koptev S.V. Density of Scots Pine Wood in Drained Sphagnum Pine Forest. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2023, no. 2, pp. 160–171. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-2-160-171>

11. Казаков В.И., Проказин Н.Е., Казаков И.В., Лобанова Е.И. Эффективность контактного нанесения гербицидов для борьбы с сорной растительностью в лесных питомниках // Лесотехн. журн. 2019. Т. 9, № 1. С. 153–159.

Kazakov V.I., Prokazin N.E., Kazakov I.V. Lobanova E.I. Efficiency of Herbicides Contact Application to Fight against Weeds in Forest Nursery. *Lesotekhnicheskij zhurnal* = Forestry Engineering Journal, 2019, vol. 9, no. 1, pp. 153–159. (In Russ.).

https://doi.org/10.12737/article_5c920170d50c89.62305424

12. Малышкин Н.Г. Оценка риска устойчивости сорных растений к гербицидам // Агропродовольственная политика России. 2020. № 3. С. 8–11.

Malyshkin N.G. Risk Assessment of Weed Resistance to Herbicides. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* = Agro-Food Policy in Russia, 2020, no. 3, pp. 8–11. (In Russ.).

13. Мочалов С.А., Бобушкина С.В. Лесокультурное производство – основа непрерывного лесопользования // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 4. С. 80–96.

Mochalov B.A., Bobushkina S.V. Silvicultural Production as a Basis for Continuity of Forest Management. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2021, no. 4, pp. 80–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-4-80-96>

14. Новосельцева А.И., Смирнов Н.А. Справочник по лесным питомникам. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 280 с.

Novosel'tseva A.I., Smirnov N.A. *Forest Nursery Directory*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1983. 280 p. (In Russ.).

15. Оплетаяев А.С., Залесов С.В., Жигулин Е.В. Состояние лесных питомников на территории Свердловской области // Междунар. науч.-исследоват. журн. 2020. № 3(93). Ч. 1. С. 77–84.

Opletayev A.S., Zalesov S.V., Zhigulin E.V. Condition of Forest Nurseries in Sverdlovsk Region. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* = International Research Journal, 2020, no. 3(93), part 1, pp. 77–84. (In Russ.). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.93.3.011>

16. Редько Г.И., Бабич Н.А., Редько Н.Г. Лесные питомники. Вологда: АГТУ, 1996. 414 с.

Red'ko G.I., Babich N.A., Red'ko N.G. *Forest Nurseries*. Vologda, Arkhangelsk State Technical University Publ., 1996. 414 p. (In Russ.).

17. Романчук А.В., Юрениа А.В. Применение комплексного минерального удобрения пролонгированного действия «Базакот 6М» в посевном отделении сосны обыкновенной в лесных питомниках // Тр. БГТУ. Сер.: 1. 2019. № 1. С. 60–66.

Romanchuk A.V., Yurenya A.V. Application of Complex Mineral Fertilizer Prolonged Action “Bazakot 6M” in Cropping Separation of the Pine of an Ordinary Forest Kennels. *Trudy BGTU = Proceedings of BSTU*, 2019, ser. 1, no. 1, pp. 60–66. (In Russ.).

18. Саранчук А.П., Чигирь Е.С., Денисов Н.И. К проблемам модернизации лесного питомника // Велес. 2017. № 1-2(43). С. 63–69.

Saranchuk A.P., Chigir' E.S., Denisov N.I. On the Problems of Modernization of Forest Nursery. *Veles*, 2017, no. 1-2(43), pp. 63–69. (In Russ.).

19. Столяров Д.П., Полубояринов О.И., Декатов Н.Н., Книзе А.А., Минаев В.Н., Молоткова Н.Д., Некрасова Г.Н., Ананьев В.А. Методические рекомендации. Использование ядер древесины в лесоводственных исследованиях. Л.: ЛенНИИЛХ, 1988. 43 с.

Stolyarov D.P., Poluboyarinov O.I., Dekatov N.N., Knize A.A., Minaev V.N., Molotkova N.D., Nekrasova G.N., Anan'ev V.A. *Methodological Recommendations. Use of Wood Cores in Forestry Research*. Leningrad, Leningrad Research Institute of Forestry, 1988. 43 p. (In Russ.).

20. Тюкавина О.Н., Демина Н.А. Применение гербицидов при выращивании сеянцев хвойных пород в открытом грунте // Хвойные бореал. зоны. 2022. Т. XI, № 6. С. 513–518.

Tyukavina O.N., Demina N.A. The Use of Herbicides in the Cultivation of Coniferous Seedlings in Open Ground Nurseries. *Khvoynye boreal'noi zony = Conifers of the Boreal Area*, 2022, vol. XI, no. 6, pp. 513–518. (In Russ.).

<https://doi.org/10.53374/1993-0135-2022-6-513-518>

21. Фрейберг И.А., Ермакова М.В., Стеценко С.К. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 74 с.

Freiberg I.A., Ermakova M.V., Stetsenko S.K. *Modification Variability of Scots Pine under Conditions of Pesticide Pollution*. Yekaterinburg, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2004. 74 p. (In Russ.).

22. Aleksandrowicz-Trzcińska M., Bogusiewicz A., Szkop M., Drozdowski S. Effect of Chitosan on Disease Control and Growth of Scots Pine (*Pinus sylvestrius* L.) in a Forest Nursery. *Forests*, 2015, vol. 6, no. 9, pp. 3165–3176. <https://doi.org/10.3390/f6093165>

23. Zeller L., Ammer Ch., Annighöfer P., Biber P., Marshall J., Schütze G., del Río Gaztelurrutia M., Pretzsch H. Tree Ring Wood Density of Scots Pine and European Beech Lower in Mixed-Species Stands Compared with Monocultures. *Forest Ecology and Management*, 2017, vol. 400, pp. 363–374. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.018>

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest