



3. Budau, R. *In Vitro* Propagation of Several Valuable Selections of *Robinia pseudoacacia* L. as a Fast and Sustainable Source for Wood Production / R. Budau, M. Bei, C. Onet [et al.] // Sustainability. – 2023. – Vol. 15 (21). – P. 15243. – DOI: 10.3390/su152115243.
4. Kanwar, K. Plant regeneration in *Robinia pseudoacacia* from cell suspension cultures / K. Kanwar, B. Kaushal, S. Abrol [et al.] // *Biologia plantarum*. – 2008. – Vol. 52 (1). – P. 187–190.
5. Szy-p-Borowska, I. Micropropagation and *in vitro* rooting of *Robinia pseudoacacia* L. recalcitrant genotypes / I. Szy-p-Borowska, J. Ukalska, T. Wojda, K. Szczygiel // *Folia Forestalia Polonica, series A. – Forestry.* – 2020. – Vol. 62 (1). – P. 13–21. – DOI: 10.2478/ffp-2020-0002.
6. Szy-p-Borowska, I. Micropropagation of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and genetic stability of long term cultivated plants / I. Szy-p-Borowska, C. Banha, T. Wojda, K. Szczygiel // *Folia Forestalia Polonica, series A. – Forestry.* – 2016. – Vol. 58 (1). – P. 13–19. – DOI: 10.1515/ffp-2016-0002.

REFERENCES

1. Tereshhenko T.V. Zholobova O.O. Effective methods of sterilization of *Robinia pseudoacacia* L. seeds for introduction into *in vitro* culture. *Scientific and Agronomic Journal [Nauchno-agronomicheskij zhurnal]*, 2022, is. 2 (117), pp. 62–67. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.008.62–67. (In Russian).
2. Tereshhenko T.V. Zholobova O.O. Grichik E.L. Some aspects of cultivation of *Robinia pseudoacacia* L. “Comet” *in vitro*. *Scientific and Agronomic Journal [Nauchno-agronomicheskij zhurnal]*, 2023, is. 4 (123), pp. 93–99. DOI: 10.34736/FNC.2023.123.4.014.93–99. (In Russian).
3. Budau R., Bei M., Onet K., Agud E., Smaranda Mintas O., Ioan Timofte A., Adriana Rosan C., Laslo V., Loana Vicas S. *In Vitro* Propagation of Several Valuable Selections of *Robinia pseudoacacia* L. as a Fast and Sustainable Source for Wood Production. *Sustainability*, 2023, vol. 15 (21), p. 15243. DOI: doi.org/10.3390/su152115243.
4. Kanwar K., Kaushal B., Abrol S., Deepika Raj. Plant regeneration in *Robinia pseudoacacia* from cell suspension cultures. *Biologia plantarum*, 2008, vol. 52 (1), pp. 187–190.
5. Szy-p-Borowska I., Ukalska J., Wojda T., Szczygiel K. Micropropagation and *in vitro* rooting of *Robinia pseudoacacia* L. recalcitrant genotypes. *Folia Forestalia Polonica, series A, Forestry*, 2020, vol. 62 (1), pp. 13–21. DOI: 10.2478/ffp-2020-0002.
6. Szy-p-Borowska I. Banha C., Wojda T., Szczygiel K. Micropropagation of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and genetic stability of long term cultivated plants. *Folia Forestalia Polonica, series A, Forestry*, 2016, vol. 58 (1), pp. 13–19. DOI: 10.1515/ffp-2016-0002.

Статья поступила в редакцию 01.12.2025

DOI: 10.21178/2079-6080.2026.1.93
УДК. 630*232.32

Влияние агротехники выращивания на биометрические показатели посадочного материала березы повислой с закрытой корневой системой

© С.В. Назаров, Ф.Н. Дружинин

Influence of growing agrotechnics on biometric indicators of planting material of the silver birch with a closed root system

S.V. Nazarov, F.N. Druzhinin (Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin)

This article examines the issue of securing and improving the quality of raw materials for plywood production in the forest industry by intensifying reforestation through expanding the species composition of target species grown in nurseries. The forest industry, as a key economic sector, is directly dependent on the availability and quality of forest resources. In the Northwestern Federal District, where birch veneer logs are the most economically valuable hardwood for plywood production, establishing stands with a high proportion of high-quality birch wood is of particular importance.

This study aims to develop and test agronomic practices for growing silver birch seedlings in northwestern Russia. To this end, a series of experiments were conducted, various approaches and agricultural practices were tested, and four options for producing high-quality planting material were studied using different types of peat substrate (lowland and high-moor) and mulching materials (vermiculite and agropelrite). The agrochemical characteristics of substrates and their impact on seedling germination, growth, and development were analyzed. The study examined the phenological stages of silver birch seedling development, the influence of various factors on plant growth, and recorded key seedling parameters.

The effectiveness of using high-moor peat as a substrate and agropelrite as a mulch was confirmed. The feasibility of obtaining standard birch planting material under optimal conditions within 39 days was demonstrated, and key aspects of cultivating silver birch seedlings with closed root systems were identified.

Key words: reforestation, planting material, silver birch, closed root seedlings, cultivation techniques

Влияние агротехники выращивания на биометрические показатели посадочного материала березы повислой с закрытой корневой системой

С.В. Назаров, Ф.Н. Дружинин

Статья посвящена проблеме обеспечения и повышения качества сырья для фанерных производств лесопромышленного комплекса за счет интенсификации лесовосстановления посредством расширения видового состава целевых пород при выращивании в лесопитомнических комплексах. Лесная промышленность, являясь одной из ключевых отраслей экономики, напрямую зависит от доступности и качества лесных ресурсов. В условиях Северо-Западного федерального округа, где экономически наиболее ценным листовым сортиментом для производства фанеры является березовый фанерный кряж, особое значение приобретает формирование насаждений с высокой долей качественной древесины березы.

Исследование направлено на разработку и апробацию агротехнических приемов выращивания сеянцев березы повислой на северо-западе России. С этой целью была поставлена серия опытов с применением различных подходов и агротехники, изучены четыре варианта получения качественного посадочного материала с использованием различных видов торфяного субстрата (низинный и верховой) и мульчирующих материалов (вермикулит и агроперлит). Проанализированы агрохимические характеристики субстратов и их влияние на всхожесть, рост и развитие сеянцев. В ходе исследования изучались фенологические фазы развития сеянцев березы повислой, влияние различных факторов на рост растений, производилась фиксация основных параметров сеянцев.

Подтверждена эффективность применения в качестве субстрата верхового торфа и агроперлита — в качестве мульчирующего материала. Доказана возможность получения стандартного посадочного материала березы при оптимальных условиях в течение 39 дней, выявлены ключевые аспекты агротехники выращивания сеянцев березы повислой с закрытой корневой системой (объем контейнера, нормы полива, доращивание).

Ключевые слова: лесовосстановление, посадочный материал, береза, сеянцы с закрытой корневой системой, агротехника выращивания

Назаров Сергей Владимирович — аспирант

E-mail: sv.nazarov@mail.ru

Дружинин Федор Николаевич — заведующий кафедрой лесного хозяйства, профессор кафедры лесного хозяйства, д-р с.-х наук, доцент

E-mail: drujinin@mail.ru

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина

160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2

Телефон: +7 (8172) 52–57–30

E-mail: academy@molochnoe.ru

Введение

Важнейшим условием развития лесной промышленности является наличие доступных и качественных лесных ресурсов. Ухудшение структуры лесосечного фонда, мозаичность лесных участков и их удаленность значительно снижают рентабельность производства. Доля затрат на логистику сырья может достигать 50 % от общей себестоимости заготовки древесины [5, 6, 8, 13, 14]. В связи с этим при воспроизводстве лесов в рамках целевого выращивания необходимо повышать качественные характеристики листовых пород в формирующихся насаждениях, в том числе при искусственном лесовосстановлении. В условиях Северо-Западного федерального округа основным листовым сортиментом, представляющим наибольшую экономическую ценность, является березовый фанерный кряж. Для увеличения его выхода необходимо обеспечить формирование насаждений с высокой долей в листовом ярусе березы с качественной древесиной [4, 7, 20, 24, 29, 36].

Семенное размножение деревьев, особенно для листовых древесных пород, имеет ряд преимуществ, которые связаны с особенностями корневой системы, генетическим разнообразием потомства, долговечностью и их адаптивностью [1, 2, 11, 15, 18, 19, 21–23, 25]:

- генетическое разнообразие — семенные растения обладают более высокой генетической вариабельностью, что повышает устойчивость растений к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды, увеличивает долговечность;

- семенной способ размножения позволяет избежать переноса патогенов, снижая вероятность массового поражения деревьев, а большинство вирусных болезней не передаются через семена;

- устойчивость к стрессовым факторам — семенные насаждения адаптируются к специфическим почвенно-климатическим условиям местности (засухи, сильные ветра, холода, недостаток питательных веществ и другие) благодаря своему разнообразному генотипу;

- формирование мощной корневой системы обеспечивает стабильность и доступ к грунтовым водам, даже в условиях нехватки поверхностной влаги;

- получение качественной древесины — более высокая доля выхода дорогостоящих сортиментов вследствие уменьшения передачи пороков древесины от материнских деревьев.

Таким образом, использование семенного материала является предпочтительным способом восстановления лесных ресурсов, гарантирующим стабильность и устойчивость лесного массива, получения экономически более востребованных сортиментов. В естественных условиях семенное возобновление затруднительно из-за плотной лесной подстилки [32, 35].

Береза относится к ценным листовым породам и используется в качестве сырья для лесной промышленности. Рост количества фанерных производств в Вологодской области, увеличение спроса на качественное древесное сырье для удовлетворения возражающих потребностей лесопромышленного комплекса региона требует выращивания насаждений с участием высококачественной березы.

При этом информации об агротехнике выращивания березы повислой в северных регионах страны, срока посева, температурном и гидрологическом режимах, других аспектах крайне недостаточно. В связи с этим исследования в этом направлении имеют теоретическую и практическую значимость, актуальны и характеризуются определенной новизной.

Цель исследования — разработать и апробировать агротехнические приемы по выращиванию сеянцев березы повислой (*Betula pendula* Roth) с закрытой корневой системой (ЗКС), выявить особенности и предложить критерии для оценки посадочного материала.

В задачи исследования входило:

- разработка и постановка эксперимента в различных условиях;

– организация и выполнение работ по выращиванию посадочного материала березы в закрытом грунте;

– оценка всхожести, жизненного состояния, роста и развития сеянцев при разной агротехнике их выращивания;

– оценка качества сеянцев березы повислой.

Объекты и методы исследования

Для реализации поставленной цели и решения заявленных задач применен экспериментальный метод исследования [12, 16, 17, 22, 31].

Выращивание сеянцев березы повислой выполнено в природно-климатических условиях Вологодского муниципального округа Вологодской области, в закрытом грунте. Для создания оптимального микроклимата использовалась теплица длиной 12 м, шириной 4 м, высотой 2,5 м. С целью предотвращения прорастания травянистой растительности под контейнеры был уложен геотекстиль. Для

соблюдения нормального гидрологического режима и аэрации субстрата, а также для воздушной подрезки корней кассеты устанавливались на специальные подставки высотой 15 см. Проветривание обеспечивалось автоматическим открыванием фрагм при помощи термоприводов.

Сбор лесосеменного сырья производился с нормальных по селекционной категории деревьев березы повислой при заготовке спелой и перестойной древесины в лесном фонде Грязовецкого лесничества (Вологодская обл.).

Одним из основных факторов, влияющих на развитие сеянцев, является качество почвы или торфяного субстрата [3, 10, 27, 28, 34]. Для разработки агротехники и выявления особенностей выращивания посадочного материала березы повислой с закрытой корневой системой, поиска оптимальных решений поставлен эксперимент в 4 вариантах с разными видами субстрата и мульчирования (табл. 1).

Таблица 1

Варианты эксперимента по выращиванию посадочного материала	
Обозначение варианта	Вид субстрата (торф / мульчирование)
1В	Низинный / Вермикулит
2А	Низинный / Агроперлит
3В	Верховой / Вермикулит
4А	Верховой / Агроперлит

Определение характеристик двух видов торфяных субстратов, используемых в эксперименте, проведено в лаборатории ФГБУ Государственный центр агрохимической службы «Вологодский» Минсельхоза России (протоколы испытаний: № 0.1824 от 26.07.2021 – низинный торф; № 04.0459 от 25.07.2022 – верховой торф), полученные результаты представлены в таблице 2.

Агрохимические показатели субстратов оценивались по известным методикам [30, 35, 37].

Кислотность почвы – один из основных показателей её качества. Используемые в экс-

периментах субстраты характеризуются параметрами обменной кислотности 4,7 рН (варианты 1В и 2А – низинный торф) – среднекислая почва и 4,4 рН (варианты 3В и 4А – верховой торф) – сильнокислая почва.

Содержание фосфора, по Кирсанову, в пересчете на P₂O₅ очень высокое у обоих видов торфа. Показатели калия для низинного торфа – очень высокие, а для верхового торфа – низкие. Концентрация оксида кальция и оксида магния – высокая в верховом торфе, низкая – в низинном. Составляющая всех форм соединений азота в используемых субстратах очень высокая.

Таблица 2

Показатель	Значения показателей	
	1В-2А	3В-4А
	низинный торф	верховой торф
Массовая доля влаги, %	61,6	56,0
Кислотность обменная, рН	4,7	4,4
Массовая доля фосфора в пересчете на P ₂ O ₅ , мг/100 г	223,6	92,0
Массовая доля калия в пересчете на K ₂ O, мг/100 г	390,0	6,4
Массовая доля оксида кальция в пересчете на сухое вещество, %	0,18	4,14
Массовая доля оксида магния в пересчете на сухое вещество, %	0,05	1,23
Азот аммиачный, мг/100 г	156,0	89,5
Азот нитратный, мг/100 г	95,8	55,8
Массовая доля водорастворимых солей, г/дм ³	1,41	0,13

Совокупность факторов – сбалансированная кислотность, высокое содержание кальция и магния, невысокое содержание солей и достаточное снабжение необходимыми микроэлементами – характеризуют верховой торф как более предпочтительный для выращивания березы.

На протяжении всего эксперимента одинаковыми для всех четырех вариантов являлись следующие условия: световой и температурный режимы, размер торфяного стаканчика (объем субстрата), интенсивность полива, нормы внесения удобрений, срок выращивания.

Каждый вариант эксперимента выполнялся в 5 повторностях. Посев семян производился 19 мая 2023 года в кассеты размером 385×385×73 мм; размер ячейки: 41×41×73 мм; количество ячеек – 81; объем ячейки – 85 см³. Набивка кассет субстратом выполнялась вручную. Для высева семян в центре в каждой ячейки делалось углубление 1,5 см, что в дальнейшем способствовало их качественному укрытию мульчирующим материалом – агроперлитом (вариан-

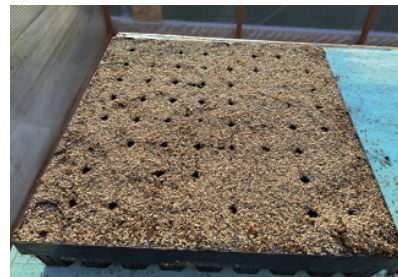
ты 2А и 4А) и вермикулитом (варианты 1В и 3В). В одну ячейку вручную производился посев от 5 до 10 семян (рис. 1).

Началом периода выращивания сеянцев необходимо считать не день посева семян, а дату первого полива почвы, так как в сухом субстрате начало роста семени не происходит. В нашем случае эти числа совпадают: первый полив произведен 19 мая. На протяжении всего эксперимента полив происходил одновременно и одинаково для всех вариантов. Контроль поглощения влаги осуществлялся по счетчику воды и весу контрольных кассет.

Начальная грунтовая всхожесть определялась в день появления первых всходов в каждой ячейке из пяти кассет в четырех вариантах эксперимента. В ходе исследований велась фиксация фенологических фаз развития сеянцев березы повислой. С периодичностью 1 раз в 2–3 дня выполнялась оценка метрических показателей сеянцев (высота растения, длина корней, толщина стволка) по выделенным 44 учетным растениям в каждом варианте (измерялся каждый девятый сеянец, выделяемый по диагонали в каждом ряду кас-



Кассета с высянными семенами



Варианты мульчирования посевов: слева – агроперлит; справа – вермикулит

Рис. 1. Технологические этапы посева семян березы повислой

сеты) с использованием металлической линейки и штангенциркуля. Полученные данные фиксировались и в дальнейшем использовались для составления графиков хода роста растений и сравнения динамики их развития.

Количество учетных растений определено по формуле [33]:

$$N = \frac{V^2 \times X^2}{P^2},$$

где N – число наблюдений;

V – коэффициент варьирования (в условиях теплицы разница в высоте однолетних сеянцев составляет не более 16,5 %);

P – заданная точность (не менее 5 %);

X – коэффициент, характеризующий критерием Стьюдента (коэффициент равен 2 при заданном уровне доверительной вероятности 95 %).

Результаты исследований и их обсуждение

Первые всходы сеянцев березы появились через 10 дней после посева – 29 мая. Их количественная оценка показала, что всхожесть в разных вариациях значительно отличалась. Повторная инвентаризация посевов, проведенная через два дня, значимых изменений не выявила (табл. 3).

Таблица 3

Фенологические фазы роста и развития сеянцев березы повислой по вариантам эксперимента

Фенологические фазы	Срок наступления фенологической фазы, сут.			
	1В	2А	3В	4А
I. Первые всходы (начальная грунтовая всхожесть, %)	10 (1)	10 (63)	10 (3)	10 (99)
II. Массовое появление всходов	-	16	27	11
III. Формирование корневой системы сеянца с ростом центрального корешка	20	16	16	14
IV. Начало формирования третьего листа сеянца	25	19	19	16
V. Полное формирование третьего листа с характерными очертаниями, а также развитие боковых корней	27	26	26	24
VI. Активный рост корневой системы, развитие боковых корней	-	30	30	27
VII. Полное формирование корневой системы	-	39	40	36
VIII. Проявление пятнистости на листьях	-	58	58	58
IX. Пожелтение нижних листьев	-	60	60	60

Фенологические фазы представляют собой характерные этапы жизненного цикла растений, выражающиеся в определенных из-

менениях внешнего вида и внутренних процессов, а также морфологии и анатомии растений [9, 30] (см. табл. 3, рис. 2).



10-й день, I фаза



14-й день, III фаза



16-й день, IV фаза



24-й день, V фаза



27-й день, VI фаза



36-й день, VII фаза



58-й день, VIII фаза



60-й день, IX фаза

Рис. 2. Фенологические фазы развития сеянцев березы повислой (на примере лучших сеянцев варианта 4А)

По результатам эксперимента выявлены следующие различия. В варианте 4А полученные достоверно наилучшие показатели по всхожести и темпам развития семян. Всхожесть на 10-й день после посева и полива в варианте 1В составила 1 %, в варианте 2А – 63 %, в варианте 3В – 3 %, а в варианте 4А – 99 %. Такие результаты объясняются лучшими агрохимическими характеристиками субстрата и применением в качестве мульчирующего материала агроперлита.

Образование третьего листа семян началось гораздо раньше в варианте 4А (на 16-й день против 19-го и 25-го дня в других вариантах). Полное формирование третьего листа с характерными очертаниями завершилось на 24-й день после высева семян. Корневая система сформировалась (пронизывание корнями субстрата в торфяном стаканчике) на 36-й день. При этом торфяной ком при извлечении из кассеты не разваливался, цвет листьев семян стал более зеленым, красноватые оттенки, которые появились на стволике с развитием третьего листа, исчезли.

Растения в этом варианте по морфометрическим показателям характеризовались

большими размерами. На 58-й день выращивания высота семян достигала 29 см, на 60-й день – 30,5 см. На одном стволике располагалось до 8 листочков площадью до 12 см² каждый. Наличие листьев препятствовало попаданию воды в почву (хотя с учетом роста семян требовался более обильный полив). Экспериментальным путем установлена необходимость увеличения в 1,5 раза объема используемой воды для полива семян для обеспечения инфильтрации субстрата в этот период развития. На 58-й день выращивания из-за большой плотности листьев зафиксировано появление темных пятен на нижнем листе у каждого растения, на 60-й день эти листья полностью пожелтели.

Оценивая динамику развития семян в четырех вариантах эксперимента необходимо отметить, что семена березы повислой в варианте 4А показывали уверенный рост на протяжении всего периода исследования, а через 2 месяца после посева они были выше семян варианта 3В на 52 мм, в 1,8 и 13 раз превосходили растения вариантов 2А и 1В соответственно (рис. 3).

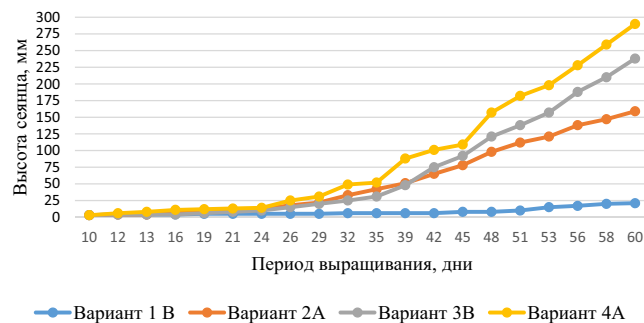


Рис. 3. Динамика роста семян в высоту

На основе оценки роста семян в высоту по каждому варианту выявлены следующие особенности:

Вариант 1В (низинный торф и вермикулит). Рост семян замедлен, остается на

очень низком уровне на протяжении всего периода выращивания. Это может быть связано со свойствами вермикулита, который способствует более быстрому высыханию верхнего слоя почвы.

Вариант 2А (низинный торф и агроперлит). Рост семян начинается быстрее, чем в первом случае, но по метрическим параметрам (по высоте) уступает другим вариантам. Агроперлит улучшает аэрацию почвы и удерживает влагу, что способствует лучшему росту, но физико-химические характеристики торфяного субстрата ограничивали развитие растений.

Вариант 3В (верховой торф и вермикулит). Сеянцы характеризуются на начальном этапе медленными темпами роста, которые в последующем возрастают. Более высокая кислотность и повышенное содержание минеральных элементов способствуют усилению роста в сравнении с 1 и 2 вариантами.

Вариант 4А (верховой торф и агроперлит).

Сеянцы демонстрировали на протяжении всего периода выращивания самый быстрый и стабильный рост.

Таким образом, использование в качестве субстрата верхового торфа и мульчирующего материала в виде агроперлита обеспечило лучшие условия для стабильного увеличения линейного прироста.

Дополнительно нами произведена морфометрическая оценка роста семян в варианте 4А, которая включала измерение следующих параметров: общая высота семян, высота надземной части и длина корня. Эти параметры позволяют оценить общее развитие растений и их адаптацию к условиям выращивания (рис. 4).

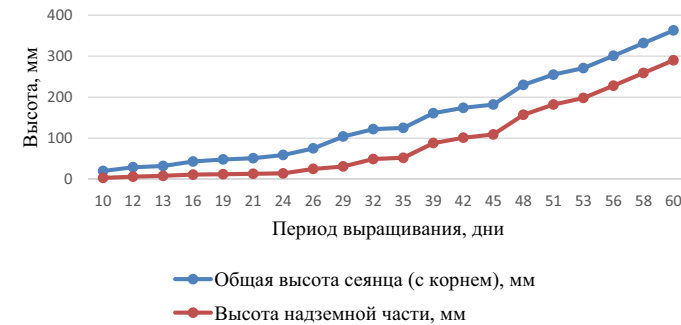


Рис. 4. Морфометрическая оценка семян в варианте 4А

В начале эксперимента (10-й день выращивания) общая высота семян вместе с корнем составляла около 17 мм, а надземной части – 3 мм. На 60-й день общая высота достигла 363 мм, а надземной части – 290 мм. Следует отметить, что на 39-й день высота семян составила 88 мм, при этом толщина стволика у корневой шейки достигла 2 мм, то есть превысила регламентированный Правилами лесовосстановления размер семян с закрытой корневой системой [26].

Первые 24 дня шло начальное формирование корневой системы семян с ростом

центрального корешка и без значительного роста стволика, а уже к 29-му дню длина корневой ограничивалась высотой ячейки кассеты (73 мм).

В процессе выращивания максимальные значения по морфометрическим показателям наблюдались у семян в варианте эксперимента 4А (верховой торф, агроперлит): по диаметру стволика у шейки корня – 2,9 мм, а по высоте семян – 29 см. Наименьшие значения по этим показателям определены в вариантах с применением субстрата из низинного торфа (1В и 2А), в ко-

торых диаметр стволика у корневой шейки из них зафиксирована и наименьшая средняя достиг за период опыта 2 мм, а в первом из них зафиксирована и наименьшая средняя высота сеянцев – 2,1 см.

Таблица 4

Морфометрическая оценка сеянцев березы повислой				
Морфометрические показатели	Средние значения показателей по вариантам опыта			
	1В	2А	3В	4А
Диаметр стволика у шейки корня, мм	1,2 ± 0,6	1,9 ± 0,4	2,3 ± 0,4	2,9 ± 0,3
Высота стволика, см	2,1 ± 1,5	15,9 ± 3,1	23,8 ± 2,3	29,0 ± 1,6

При сравнении сеянцев березы повислой, выращиваемых в разных вариантах, выявлено, что минимальные и максимальные значения по высоте сеянцев могут отличаться в 13 раз, по диаметру у шейки корня – в 2,4 раза. Сеянцы березы повислой, выращенные в субстрате из верхового торфа, соответствуют нормативам и ГОСТам: средние морфометрические параметры по высоте превышают 8 см, а по диаметру у шейки корня – 2 мм.

Первичная оценка агротехники выращивания посадочного материала показала перспективность применения в качестве мульчирующего материала агроперлита, посредством которого были обеспечены более благоприятные условия для роста и развития сеянцев березы повислой. В рамках постановки эксперимента доказана возможность достижения сеянцами стандартных размеров (8 см для ЗКС) на 39-й день выращивания. В связи с этим по истечении этого срока необходимо вынести кассеты с посадочным материалом на площадку закаливания для предотвращения увядания нижних листьев и торможения ростовых процессов, устанавливая их на подставки для обеспечения воздушной подрезки корней.

Выводы

На основании проработки литературных источников, результатов выполненного экс-

перимента, анализа материалов исследования можно сделать следующие выводы:

1) Разработан и поставлен эксперимент по определению влияния различных торфяных субстратов и мульчирующих материалов на агротехнику выращивания сеянцев березы с закрытой корневой системой в условиях закрытого грунта.

2) Оптимальная обменная кислотность торфяного субстрата для выращивания сеянцев березы – 4,4 рН – сильнокислая почва.

3) Более высокие концентрации оксида кальция и магния в субстрате из верхового торфа (3В-4А) способствуют благоприятному воздействию на развитие корневой системы и общий рост сеянцев.

4) Доказана эффективность применения для выращивания сеянцев березы повислой верхового торфа в качестве субстрата и агроперлита – как мульчирующего материала.

5) Сеянцы в варианте с верховым торфом и агроперлитом по всем показателям (всхожесть, энергия прорастания, высота, формирование корневых систем, период выращивания) превышали растения в других вариантах.

6) Установлена возможность получения стандартного посадочного материала с ЗКС в течение 39 дней выращивания.

7) Выявлены ключевые аспекты агротехники при выращивании сеянцев березы повислой, которые могут быть использованы при организации и выполнении работ по по-

лучению качественного посадочного материала с ЗКС:

– необходимо использовать кассеты с высотой ячейки не менее 73 мм и объемом ячейки более 85 см³;

– агротехнические уходы должны обеспечивать более обильный полив сеянцев из рас-

чета не менее 1,5 нормы через 60 дней после высева;

– при достижении растениями высоты 8 см необходимо вынести кассеты на площадку закаливания для замедления роста, обеспечения воздушной подрезки корней и подготовки растений к посадке на лесокультурные площади.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабаев, Р.Н. Лигнификация ксилемы разных видов березы при интродукции в условиях Нижегородской области / Р.Н. Бабаев, Н.Н. Бесчетнов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2021. – Вып. 235. – С. 40–56.
2. Бабаев, Р.Н. Содержание и баланс запасных веществ в побегах аборигенной и интродуцированных в Нижегородскую область видов и форм березы / Р.Н. Бабаев, Н.Н. Бесчетнова, В.П. Бесчетнов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2022. – № 1. – С. 59–71.
3. Белостоцкий, Н.Н. Оценка пригодности субстрата для выращивания посадочного материала с закрытыми корнями: методические указания Ленинградского НИИ лесного хозяйства / Н.Н. Белостоцкий. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1984. – 29 с.
4. Бобушкина, С.В. Приемы повышения эффективности производства посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой в Архангельской области / С.В. Бобушкина // Лесной вестник. – 2021. – Т. 25, № 6. – С. 45–54.
5. Брыкин, А.В. Формирование промышленной политики на основе логистики: монография (научное издание) / А.В. Брыкин, В.А. Шумаев. – М.: МосгорЦНТИ, 2007. – 230 с.
6. Воробьева, Л.А. Химический анализ почв: учебник / Л.А. Воробьева. – М.: изд-во МГУ, 1998. – 272 с.
7. Гаврилова, О.И. Влияние агротехники выращивания на биометрические характеристики сеянцев сосны обыкновенной / О.И. Гаврилова, А.В. Грязькин // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства – 2022. – № 4. – С. 89–98.
8. Гаврилова, О.И. Современные проблемы лесовосстановления в России и оценки его качества / О.И. Гаврилова, А.В. Грязькин, А.В. Кабонен [и др.] // Digital – 2021. – № 3. – С. 8–16.
9. Дебков, Н.М. Оценка агрохимических показателей в лесном питомнике с целью разработки рекомендаций по повышению продуктивности почв / Н.М. Дебков, А.О. Курасова, Т.О. Валуев // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства – 2025. – № 2. – С. 107–121.
10. Декатов, Н.Е. Возобновление березы при концентрированных вырубках / Н.Е. Декатов // Лесная индустрия. – 1937. – № 7. – С. 46–48.
11. Добровольский, Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 412 с.
12. Докудовский, И.Е. Вегетативное возобновление березы в типах леса березняк кисличный травяно-таволговый Ленинградской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И.Е. Докудовский. – Л.: ЛЛТА, 1955. – 16 с.
13. Еремеев, И.А. Подход к классификации лесных ресурсов с учетом современных экономических вызовов / И.А. Еремеев, В.А. Карамышев, В.В. Коларж [и др.] // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства – 2023. – № 4. – С. 121–127.
14. Зверев, А.И. Возвращение к правильному лесоводству / А.И. Зверев, О.Н. Дюкова, В.Я. Курамшин. – М.: Российский музей леса, 2015. – 224 с.

15. Калинин, Ю.Е. Экспериментальные методы исследований : учебное пособие / Ю.Е. Калинин. – Воронеж : ВГТУ, 2015. – 536 с.
16. Карунас, А.С. Влияние водного стресса и дефицита азота на рост различных генотипов березы пушистой и березы повислой / А.С. Карунас, В.Г. Лебедев, Е.В. Селиванова [и др.] // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства – 2023. – № 4. – С. 52–62.
17. Козловский, В.Б. Влияние березы на продуктивность еловых насаждений / В.Б. Козловский // Лесное хозяйство. – 1960. – № 2. – С. 14–16.
18. Колясникова, Н.Л. Биология размножения растений : учебное пособие / Н.Л. Колясникова. – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. – 105 с.
19. Копытков, В.В. Лесоводственная эффективность создания лесных культур различными методами и способами / В.В. Копытков, А.В. Боровков, Ю.А. Таирбергенов [и др.] // Вестник МГПУ им. И.П. Шамякина. – № 2 (58) – 2021. – С. 32–42.
20. Королева, Т.С. Виды инновационных продуктов для реализации государственной политики в области лесного хозяйства / Т.С. Королева // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства – 2022. – № 2. – С. 4–17.
21. Лесные культуры : учебно-методическое пособие по дипломному проектированию для студентов специальности «Лесное хозяйство» / Сост.: Н.И. Якимов, В.К. Гвоздев, А.П. Волкович. – Минск : БГТУ, 2012. – 71 с.
22. Мелехов, И.С. Научные основы лесовосстановительных мероприятий в таежных лесах / И.С. Мелехов // Лесной журнал. – 1959. – № 2. – С. 5–15.
23. Мирошников, В.С. Сосново-березовые насаждения БССР, их строение, лесоводственное и хозяйственное значение / В.С. Мирошников. – Минск : БЛТИ, 1955. – 28 с.
24. Морозов, Г.Ф. Избранные труды – Т. 1 / Г.Ф. Морозов. – М. : Лесная пром-сть, 1970. – 559 с.
25. Насриева, Д.Д. Изучение влияния агроперлита на электропроводность серой лесной почвы в инкубационном эксперименте / Д.Д. Насриева, Р.В. Окунев // Экокод : Материалы Всероссийской конференции, Казань, 5–7 декабря 2023 г. – С. 15–17.
26. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : приказ Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024 (Зарегистрирован 11.02.2022 № 67240) // КонсультантПлюс : офиц. сайт / Компания «КонсультантПлюс». – Электрон. справ. правовая система. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_409248/ (дата обращения: 11.04.2026).
27. Почвоведение : учебник для высших учебных заведений / Под ред. проф. д-ра с.-х. наук И.С. Кауричева, проф. д-ра с.-х. наук И.П. Гречина. – М. : Колос, 1969. – 543 с.
28. Смирнов, П.М. Агрехимия : учебник для высших учебных заведений / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. – М. : Колос, 1977. – 240 с.
29. Трегубов, О.В. Опыт создания лесных культур с закрытой корневой системой в зарубежных странах / О.В. Трегубов, А.П. Лагионов, Ю.А. Мизин [и др.] // Астраханский вестник экологического образования. – 2022. – № 4 (70). – С. 179–189.
30. Федулов, Ю.П. Рост и развитие растений : учебное пособие / Ю.П. Федулов, В.В. Котляров, К.А. Доценко [и др.] – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 85 с.
31. Царев, А.П. Селекция и репродукция лесных древесных пород : учебник / А.П. Царев, С.П. Погиба, В.В. Тренин. – М. : Логос, 2001. – 503 с.
32. Черников, В.А. Агрехимия : учебное пособие / В.А. Черников, А.И. Чекерес. – М. : Колос, 2000. – 536 с.
33. Чмыр, А.Ф. Методология лесоводственных исследований : учебное пособие / А.Ф. Чмыр, И.А. Маркова, С.Н. Сеннов. – СПб. : ЛТА, 2001. – 93 с.

34. Чупров, Н.П. Березняки Европейского Севера России / Н.П. Чупров. – Архангельск : СевНИИЛХ, 2008. – 385 с.
35. Шедужен, А.Х. Агрехимия. – Экологическая агротехника : учебное пособие / А.Х. Шедужен, Н.И. Аканова, Т.Н. Бондарева. – Майкоп : ООО «Полиграф-ЮГ», 2018. – 575 с.
36. Юслин, Х. Маркетинг продукции лесной и целлюлозно-бумажной промышленности : учебное пособие (перевод с финского) / Х. Юслин, Й. Неувонен. – Йюэнсуу : АО ФЕГ, 2000. – 256 с.
37. Ягодин, Б.А. Агрехимия : учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М. : Колос, 2002. – 584 с.

REFERENCES

1. Babayev R.N., Beschetnov N.N. Lignification of xylem of different birch species during introduction in the Nizhny Novgorod region. *Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy [Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii]*, 2021, is. 235, pp. 40–56. (In Russian).
2. Babayev R.N., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Content and balance of reserve substances in the shoots of native and introduced to the Nizhny Novgorod region species and forms of birch. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2022, no. 1, pp. 59–71. (In Russian).
3. Belostotsky N.N. Evaluation of the suitability of the substrate for growing planting material with closed roots: guidelines of the Leningrad Forestry Research Institute. Leningrad, LenNILH, 1984, 29 p. (In Russian).
4. Bobushkina S.V. Methods for increasing the efficiency of production of planting material for coniferous trees with a closed root system in the Arkhangelsk region. *Forest Bulletin [Lesnoy vestnik]*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 45–54. (In Russian).
5. Brykin A.V., Shumayev V.A. Formation of industrial policy based on logistics. Monograph (scientific publication). Moscow, MosgorTSNTI, 2007, 230 p. (In Russian).
6. Vorobyova L.A. Chemical analysis of soils. Textbook. Moscow, Moscow, State University Press, 1998, 272 p. (In Russian).
7. Gavrilova O.I., Gryazkin A.V. The influence of cultivation techniques on the biometric characteristics of Scots pine seedlings. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2022, no. 4, pp. 89–98. (In Russian).
8. Gavrilova O.I., Gryazkin A.V., Kabonov A.V., Shehukin P.O., Sukhanov Yu.V. Modern problems of forest restoration in Russia and assessment of its quality. Digital, 2021, no. 3, pp. 8–16. (In Russian).
9. Debkov N.M., Kurasova A.O., Valevich T.O. Assessment of agrochemical indicators in a forest nursery for the purpose of developing recommendations for increasing soil productivity. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2025, no. 2, pp. 107–121. (In Russian).
10. Dekatov N.E. Birch regeneration in concentrated logging areas. *Forest Industry [Lesnaya industriya]*, 1937, no. 7, pp. 46–48. (In Russian).
11. Dobrovolsky G.V., Nikitin E.D. The Doctrine of Ecological Functions of Soils. Textbook. Moscow, Moscow University Publishing House, 2012, 412 p. (In Russian).
12. Dokudovskiy I.E. Vegetative regeneration of birch in forest types of oxalis-grass-meadow birch forests of the Leningrad region. Abstract of dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Leningrad, LLTA, 1955, 16 p. (In Russian).

13. Eremeyev I.A., Karamyshev V.A., Kolarzh V.V., Mosolova N.A., Tretiakov A.G. An approach to classifying forest resources considering modern economic challenges. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2023, no. 4, pp. 121–127. (In Russian).
14. Zverev A.I., Dyukova O.N., Kuramshin V.Ya. Returning to proper forestry. Moscow, Russian Forest Museum, 2015, 224 p. (In Russian).
15. Kalinin Yu.E. Experimental Research Methods. Textbook. Voronezh, VSTU, 2015, 536 p. (In Russian).
16. Karunas A.S., Lebedev V.G., Selivanova E.V., Romashkina I.V., Shestibratov K.A. The effect of water stress and nitrogen deficiency on the growth of different genotypes of downy birch and silver birch. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2023, no. 4, pp. 52–62. (In Russian).
17. Kozlovsky V.B. The influence of birch on the productivity of spruce stands. *Forestry [Lesnoy khozyaystvo]*, 1960, no. 2, pp. 14–16. (In Russian).
18. Kolyasnikova N.L. Biology of Plant Reproduction. Textbook. Perm, IPC “Prokrost”, 2017, 105 p. (In Russian).
19. Kopytkov V.V., Borovkov A.V. Tairbergenov Yu.A., Kondratenko O.V., Pozyvaylo O.P. Silvicultural effectiveness of creating forest cultures by various methods and techniques. *Bulletin of Mozyr State Pedagogical University named after I.P. Shamyakin [Vestnik Mozyrskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I.P. Shamyakina]*, no. 2 (58), 2021, pp. 32–42. (In Russian).
20. Koroleva T.S. Types of innovative products for the implementation of state policy in the field of forestry. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2022, no. 2, pp. 4–17. (In Russian).
21. Yakimov N.I., Gvozdev V.K., Volkovich A.P. Forest cultures: educational and methodological manual on diploma design for students of the specialty “Forestry”. Minsk, BSTU, 2012, 71 p. (In Russian).
22. Melekhov I.S. Scientific foundations of reforestation measures in taiga forests. *Forest magazine [Lesnoy zhurnal]*, 1959, no. 2, pp. 5–15. (In Russian).
23. Miroshnikov V.S. Pine-birch plantations of the BSSR, their structure, forestry and economic significance. Minsk, BLTI, 1955, 28 p. (In Russian).
24. Morozov G.F. Selected works. Vol. 1. Moscow, Forest industry, 1970, 559 p. (In Russian).
25. Nasriyeva D.D., Okunev R.V. Studying the effect of agropelite on the electrical conductivity of gray forest soil in an incubation experiment. *Ecocode: Materials of the All-Russian Conference [Ekokod: Materialy Vserossiyskoy konferentsii]*. Kazan. 5–7 December 2023, pp. 15–17. (In Russian).
26. On approval of the Reforestation Rules, form, composition, procedure for approval of the reforestation project, grounds for refusal to approve it, as well as requirements for the format in electronic form of the reforestation project. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia of dated December 29, 2021 No. 1024 (Registered February 11, 2022 No. 67240). URL: <https://www.consultant.ru/document/> (date of access: 11.04.2026). (In Russian).
27. Kauricheva I.S. Soil science: a textbook for higher educational institutions. Moscow, Ear, 1969, 543 p. (In Russian).
28. Smirnov P.M., Muravin E.A. Agrochemistry. Textbook for higher educational institutions. Moscow, Ear, 1977, 240 p. (In Russian).
29. Tregubov O.V., Laktionov A.P., Mizin Y.A., Komarova O.V., Pokhvalenko V.A. Experience in creating forest crops with a closed root system in foreign countries. *Astrakhan Bulletin of Environmental Education [Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya]*, 2022, no. 4 (70), pp. 179–189. (In Russian).

30. Fedulov Yu.P., Kotlyarov V.V., Dotsenko K.A., Barchukova A.Ya. Tosunov Ya.K., Podushin Yu.V. Plant growth and development. Textbook. Krasnodar, KubGAU, 2013, 85 p. (In Russian).
31. Tsarev A.P., Pogiba S.P., Trenin V.V. Selection and reproduction of forest tree species. Textbook. Moscow, Logos, 2001, 503 p. (In Russian).
32. Chernikov V.A., Chekeres A.I. Agroecology. Textbook. Moscow, Ear, 2000, 536 p. (In Russian).
33. Chmyr A.F., Markova I.A., Sennov S.N. Methodology of Forestry Research. Textbook. St. Petersburg, LTA, 2001, 93 p. (In Russian).
34. Chuprov N.P. Birches of the European North of Russia. Arkhangelsk, SevNIILH, 2008, 385 p. (In Russian).
35. Sheudzhen A.K., Akanova N.I., Bondareva T.N. Agrokhimiya. Environmental agrochemistry. Textbook. Maykop, Polygraph-YUG LLC, 2018, 575 p. (In Russian).
36. Yuslin. K., Neuvonen Y. Marketing of forest and pulp and paper products. Textbook (translation from Finnish). Yoensuu, FEG JSC, 2000, 256 p. (In Russian).
37. Yagodin B.A., Zhukov Y.P., Kobzarenko V.I. Agrochemistry. Textbooks and teaching aids for students of higher educational institutions. Moscow, Ear, 2002, 584 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 22.03.2026