

Научная статья
УДК 582.475.4/630.243.8(571.1)
EDN DKEKSV
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.3.04

Долговременная динамика агрохимических показателей в Чаинском лесном питомнике Томской области

Никита Михайлович Дебков¹

кандидат сельскохозяйственный наук

Сергей Анатольевич Родин²

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

Олег Викторович Рябцев³

кандидат сельскохозяйственных наук

Алина Олеговна Курасова⁴

Татьяна Олеговна Валевиц⁵

Аннотация. Приведены результаты 9-го агрохимического обследования почв Чаинского лесного питомника Томской обл. Почвенное плодородие оценивалось на продуцирующей площади 11,5 га, включающей 13 элементарных почвенных участков. В рамках обследования определены 7 основных показателей плодородия почв: обменная кислотность, гидролитическая кислотность, гумус, подвижный фосфор, обменный калий, степень кислотности и гранулометрический состав. Установлено низкое плодородие полей выращивания и приведена сравнительная характеристика с данными предыдущего агрохимического обследования. Отмечено сильное закисление почв в последние 10 лет эксплуатации питомника и снижение содержания гумуса до минимального уровня. Исходя из полученных результатов предложены рекомендации по повышению плодородия почв для выращивания стандартного посадочного материала в нормативные сроки.

Ключевые слова: агрохимические показатели, лесной питомник, почвенное плодородие, кислотность почвы, элементы питания.

Для цитирования: Дебков Н.М., Родин С.А., Рябцев О.В., Курасова А.О., Валевиц Т.О. Долговременная динамика агрохимических показателей в Чаинском лесном питомнике Томской области. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2025. № 3. С. 36–52. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.3.04. <https://elibrary.ru/dkeksv>.

¹ Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, старший научный сотрудник (Томск, Российская Федерация), nikitadebkov@yandex.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заместитель директора (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), info@vniilm.ru

³ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующий отделом инновационных технологий, внедрения и лесного проектирования (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), info@vniilm.ru

⁴ Национальный исследовательский Томский государственный университет, младший научный сотрудник (Томск, Российская Федерация), kurasovalina@gmail.com

⁵ Национальный исследовательский Томский государственный университет, заведующая лабораторией (Томск, Российская Федерация), tvalevitch@gmail.com

Original article

EDN DKEKSV

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.3.04

Long-Term Dynamics of Agrochemical Parameters in Chayinsky Forest Nursery of Tomsk region

Nikita M. Debkov¹

Candidate of Agricultural Science

Sergey A. Rodin²

Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences

Oleg V. Ryabtsev³

Candidate of Agricultural Sciences

Alina O. Kurasova⁴

Tatyana O. Valevich⁵

Abstract. *The results of the 9th agrochemical soil survey of the Chayinsky forest nursery of the Tomsk region are presented. Soil fertility was assessed on a producing area of 11.5 hectares, including 13 elementary soil plots. The survey identified 7 main indicators of soil fertility: acidity, hydrolytic acidity, humus, mobile phosphorus, exchangeable potassium, degree of acidity and granulometric composition. The low fertility of the growing fields was established and a comparative characteristic was carried out with the data of the previous agrochemical survey. There has been a strong acidification of soils in the last 10 years and a decrease in humus content to a minimum level. Based on the results obtained, recommendations are proposed to increase soil fertility for the cultivation of standard planting material in a timely manner.*

Key words: *agrochemical indicators, forest nursery, soil fertility, soil acidity, nutrition elements.*

For citation: *Debkov N., Rodin S., Ryabtsev O., Kurasova A., Valevich T. Long-Term Dynamics of Agrochemical Parameters in Chayinsky Forest Nursery of Tomsk region. – Text : electronic // Forestry Information. 2025. № 3. P. 36–52. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.3.04. <https://elibrary.ru/dkeksv>.*

¹ Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Senior Researcher (Tomsk, Russian Federation), nikitadebkov@yandex.ru

² All-Russian Scientific Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Deputy Director (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), info@vniilm.ru

³ All-Russian Scientific Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Head of the Department of Innovative Technologies, Implementation and Forest Design (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), info@vniilm.ru

⁴ National Research Tomsk State University, Junior Researcher (Tomsk, Russian Federation), kurasovalina@gmail.com

⁵ National Research Tomsk State University, Head of the Laboratory (Tomsk, Russian Federation), tvalevitch@gmail.com

Введение

Одним из основных лимитирующих факторов роста и развития семян является плодородие почвы [1]. При длительной эксплуатации питомников почвы претерпевают серьезные изменения [2]. Исследование динамики почвенного плодородия лесных питомников показывает, что в большинстве случаев наблюдается недостаточность их обеспеченности основными элементами питания и повышение кислотности [3]. Безусловно, существуют примеры позитивных изменений агрохимических показателей – снижение кислотности и увеличение содержания гумуса [4], но они носят единичный характер.

Для предотвращения негативных процессов необходимы периодический контроль агрохимического состояния почв питомников и постоянное проведение мероприятий, направленных на повышение и поддержание почвенного плодородия. Для этого один раз в 5 лет должно осуществляться агрохимическое обследование почв лесных питомников. На основе результатов агрохимического обследования разрабатывается комплекс мероприятий по окультуриванию и рациональному использованию почв, в том числе с применением агрохимикатов.

Вопросам современного состояния почв лесных питомников уделяется крайне мало внимания, и публикации носят эпизодический характер для отдельных регионов [5]. Тем не менее проблемы при выращивании посадочного материала в лесных питомниках обширны и затрагивают весь цикл растениеводства [6]. Их решение особенно актуально для регионов Сибири, поскольку лесная промышленность заготавливает здесь основной объём древесины.

Цель исследования – на примере одного из питомников Томской обл. проанализировать современное состояние почв и разработать рекомендации по повышению их плодородия для выращивания стандартного посадочного материала в нормативные сроки.

Объект и методика исследований

Чаинский лесной питомник находится в Чаинском районе Томской обл., на окраине села Подгорное. Он расположен на землях лесного фонда Чаинского лесничества филиала ОГКУ «Томсклес», Поскоево-Добринского участкового лесничества, кварталы 1–4. Год создания лесного питомника – 1978. Подъездные пути к питомнику доступны в любое время года. Питомник неорошаемый. Ограничение питомника (рис. 1): с восточной, южной и северной стороны – земли лесного фонда, на которых произрастают спелые насаждения смешанного состава, с запада – дорога регионального значения.

Питомник организован с целью выращивания посадочного материала – семян и саженцев хвойных пород (ель сибирская, сосна кедровая сибирская) – для лесокультурных работ. В качестве подкормки применяют гумат натрия, против микозных болезней – Колосаль, против сорняков – Анкор-85, в чистых парах – Торнадо-500. В севообороте используют чистый и сидеральный пар. Несмотря на эффективность биотехнологического подхода по внесению микробных организмов [7, 8], для улучшения агрохимических и фитосанитарных параметров почв применяют и традиционные способы выращивания посадочного материала.

Первое агрохимическое обследование почв Чаинского лесного питомника было проведено в 1979 г., а затем его систематически повторяли: например, в 2007 и 2014 г.

Девятое агрохимическое обследование почв было проведено 7 августа 2024 г., через 10 лет после предыдущего отбора образцов. По результатам обследования продуцирующей площади (11,5 га) питомник был разбит на 13 элементарных почвенных участков (ЭПУ) (см. рис. 1). С каждого ЭПУ из пахотного слоя на глубине 10 см было отобрано по одному смешанному почвенному образцу по методу «конверта» (по углам ЭПУ и в его середине).

Образцы анализировали в лабораториях НИИ биологии и биофизики и кафедры почвоведения и экологии почв Томского государственного



Рис. 1. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЛЕЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ РАЗНЫМИ ЭЛЕМЕНТАРНЫМИ ПОЧВЕННЫМИ УЧАСТКАМИ (ЭПУ):

1 – сидеральный пар (1,04 га); 2 – чистый пар (1,78 га); 3 – 1-летние сеянцы ели (0,58 га); 4 – 3-летние сеянцы ели (0,52 га); 5 – 5-летние саженцы сосны кедровой (0,14 га); 6 – 4-летние сеянцы сосны кедровой (1,26 га); 7 – 5-летние сеянцы сосны кедровой (0,22 га); 8 – чистый пар (1,71 га); 9 – 2-летние сеянцы ели (0,47 га); 10 – чистый пар (2,91 га); 11 – 5-летние саженцы сосны кедровой (0,20 га); 12 – 4-летние сеянцы ели (0,14 га); 13 – чистый пар (0,53 га)

университета. Определяли 7 основных показателей плодородия почв:

- ✓ обменная кислотность (рН KCl) – потенциометрическим методом;
- ✓ гидролитическая кислотность по методу Каппена
- ✓ гумус по Тюрину;
- ✓ подвижный фосфор по Кирсанову;
- ✓ обменный калий по Мальцевой;
- ✓ степень кислотности (рН N₂O) – потенциометрическим методом;
- ✓ гранулометрический состав – анализ выполнен на лазерно-дифракционном гранулометрическом анализаторе LS. 13 320 «Beckman Coulter» (США) после предварительной обработки образцов почвы пирофосфатом натрия.

На рис. 2, 3 и 4 представлено актуальное состояние ЭПУ, выделенных в ходе полевых работ по агрохимическому обследованию. Снимки

сделаны на смартфон Infinix NOTE 30i в программе TimeStamp, которая позволяет геолоцировать и привязать к местности фотоснимки в режиме реального времени.



Рис. 2. Общий вид ЭПУ, отведенных под пар:
А – сидеральный пар (ЭПУ 1); Б – чистый пар (ЭПУ 2, 10, 13)



Рис. 3. Общий вид ЭПУ, занятых елью Сибирской:

А – однолетние посевы (ЭПУ 3); Б – 2-летние сеянцы (ЭПУ 9); В – 3-летние сеянцы (ЭПУ 4); Г – 4-летние сеянцы (ЭПУ 12)



Рис. 4. Общий вид ЭПУ, занятых сосной кедровой Сибирской:

А – первая школа (ЭПУ 5); Б – вторая школа (ЭПУ 11); В – 4-летние сеянцы (ЭПУ 6); Г – 5-летние сеянцы (ЭПУ 7)

Результаты и обсуждение

Для составления агрохимической характеристики почв Чаинского лесного питомника применяли общепринятые градации по обеспеченности гумусом, подвижными формами фосфора и обменного калия, степени кислотности почв.

Агрохимическая характеристика почв Чаинского лесного питомника по данным исследования 2024 г. приведена в табл. 1. Пространственное изменение почв по основным элементам плодородия наглядно отражено на картограммах по обеспеченности почв гумусом, подвижным фосфором, обменным калием и степени кислотности почв.

Гумус является основным показателем почвенного плодородия. Это – высокомолекулярное органическое соединение. Его содержание оказывает влияние на все свойства почв: физико-химические, агрофизические, биологические [9]. Гумус снижает подвижность тяжёлых металлов и радионуклидов, препятствует их миграции по почвенному профилю в растение, оптимизирует почвенные режимы: пищевой, водно-воздушный, тепловой и т.д. В почвах питомника содержание гумуса варьирует от 2,2 до 5,1% (в среднем – 3,4%) в пределах двух градаций по степени обеспеченности. Почвы с низкой обеспеченностью гумусом отмечены на большей части территории питомника (7,34 га, или

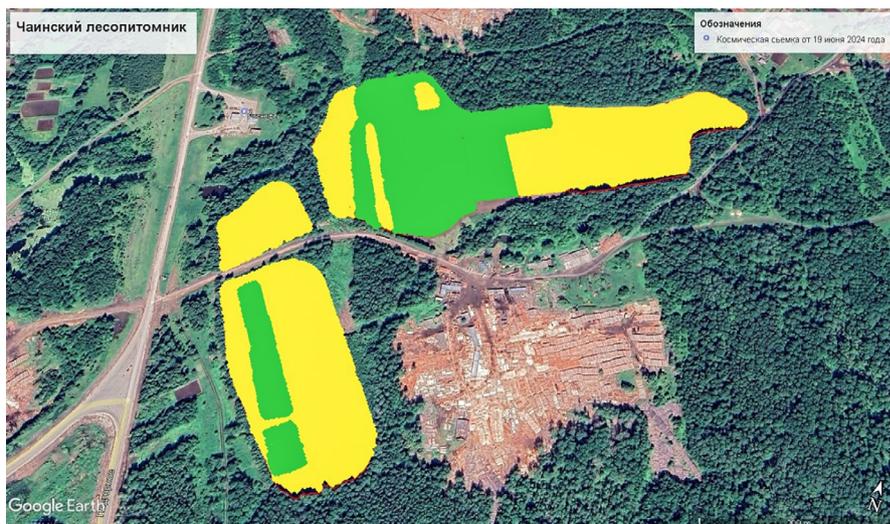
Таблица 1. Результаты исследования образцов почвы (глубина взятия образца – 10 см, горизонт – Ап) Чаинского лесного питомника

| № ЭПУ | Площадь, га | Гумус, % | рН солевой | Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы | Подвижный фосфор P_2O_5 , мг/100 г почвы, по Кирсанову | Обменный калий, мг/100 г почвы, по Масловой |
|----------------|-------------|------------|------------|---|--|---|
| 1 | 1,04 | 3,0 | 3,7 | 7,37 | 16,1 | 32,0 |
| 2 | 1,78 | 2,6 | 3,5 | 7,33 | 7,5 | 24,0 |
| 3 | 0,58 | 2,9 | 3,6 | 7,98 | 11,1 | 26,0 |
| 4 | 0,52 | 5,1 | 4,0 | 7,35 | 15,5 | 32,0 |
| 5 | 0,14 | 2,2 | 4,1 | 4,60 | 9,8 | 18,0 |
| 6 | 1,26 | 4,4 | 4,1 | 6,34 | 17,9 | 19,0 |
| 7 | 0,22 | 3,1 | 3,5 | 8,03 | 8,4 | 23,0 |
| 8 | 1,71 | 4,1 | 4,1 | 6,11 | 13,9 | 29,0 |
| 9 | 0,47 | 5,0 | 4,7 | 4,06 | 16,8 | 35,0 |
| 10 | 2,91 | 2,3 | 3,8 | 7,26 | 13,7 | 21,0 |
| 11 | 0,20 | 4,4 | 4,5 | 5,29 | 16,1 | 44,0 |
| 12 | 0,14 | 2,2 | 4,2 | 5,86 | 30,1 | 27,0 |
| 13 | 0,53 | 2,3 | 4,6 | 3,52 | 25,1 | 27,0 |
| Среднее | 0,89 | 3,4 | 4,0 | 6,24 | 15,5 | 27,5 |

64%). На остальной территории (4,16 га, или 36%) почвы имеют среднюю обеспеченность гумусом. На картограмме по этому показателю выделено два агрохимических контура (рис. 5). В целом ситуация с низким содержанием гумуса является типичной и для лесных питомников других регионов. В частности, подобные тенденции выявлены в базисных питомниках Республики Карелии [10], Приморского края [11, 12], на территории Удмуртской Республики и Пермского края [13]. Для Чаинского питомника характерно несистематическое и очаговое внесение удобрений, в частности торфа, что было отмечено и в других регионах (например, Самарская и Костромская области). Это приводит к неоднородности в распределении гумуса – от низкой до средней обеспеченности [14, 15]. Только систематическое и планомерное выполнение комплекса агротехнических мероприятий длительное время в условиях стабильного и достаточного финансирования может гарантировать оптимальное содержание гумуса в лесных питомниках, что наглядно демонстрирует лесохозяйственная отрасль Республики Беларусь [16].

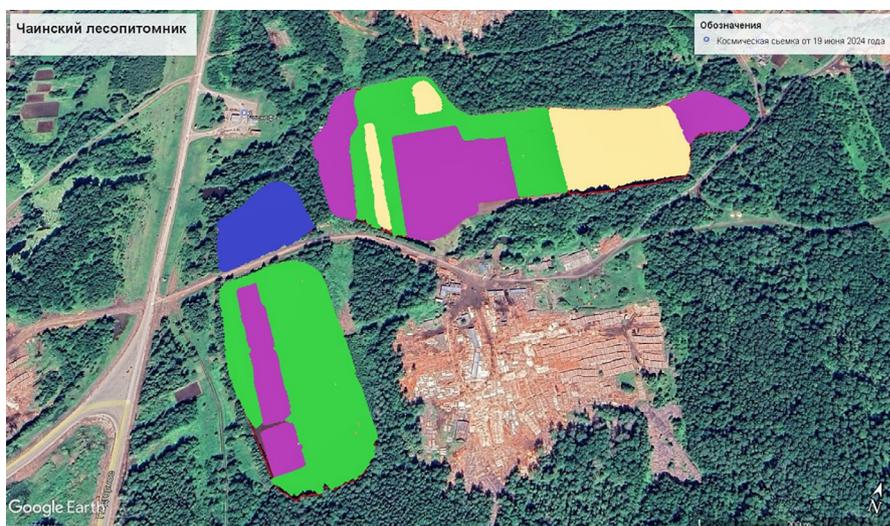
Фосфор играет большую роль в оптимизации свойств почв и питания растений, повышает их засухоустойчивость и зимостойкость, усиливает рост стержневых корней [17]. В суровых климатических условиях Сибири эти свойства имеют важное физиологическое значение. Недостаток фосфора в начале роста оказывает губительное воздействие на развитие растений, которое в дальнейшем трудно исправить даже при обильном фосфорном питании.

Содержание подвижного фосфора в почвах питомника колеблется в пределах четырех градаций с очень высокой вариабельностью – от 7,5 до 30,1 мг на 100 г почвы (в среднем 15,5 мг/100 г почвы). Почвы с очень высокой обеспеченностью подвижным фосфором отмечены на небольшом обособленном участке, представленном ЭПУ 12 и 13 (0,67 га, или 6%), с высокой – на ЭПУ 1, 4, 6, 9 и 11 (3,49 га, или 30%). Повышенное содержание фосфора зафиксировано на ЭПУ 3, 8 и 10 (5,2 га, или 45%), среднее – на ЭПУ 2, 5 и 7 (2,14 га, или 19%). На агрохимической картограмме по содержанию подвижного фосфора выделено четыре контура (рис. 6). Для сравнения: повышенная



| Степень обеспеченности | Содержание гумуса, % | Площадь | |
|------------------------|----------------------|---------|----|
| | | га | % |
| Очень низкая | До 2 | 0 | 0 |
| Низкая | 2–4 | 7,34 | 64 |
| Средняя | 4–6 | 4,16 | 36 |
| Повышенная | 6–8 | 0 | 0 |
| Высокая | 8–10 | 0 | 0 |
| Очень высокая | Выше 10 | 0 | 0 |

Рис. 5. СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТОГРАММА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ ЧАИНСКОГО ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА ГУМУСОМ



| Степень обеспеченности | Содержание подвижного фосфора, мг/100 г почвы | Площадь | |
|------------------------|---|---------|----|
| | | га | % |
| Очень низкая | До 2,5 | 0 | 0 |
| Низкая | 2,5–5 | 0 | 0 |
| Средняя | 5–10 | 2,14 | 19 |
| Повышенная | 10–15 | 5,2 | 45 |
| Высокая | 15–25 | 3,49 | 30 |
| Очень высокая | Выше 25 | 0,67 | 6 |

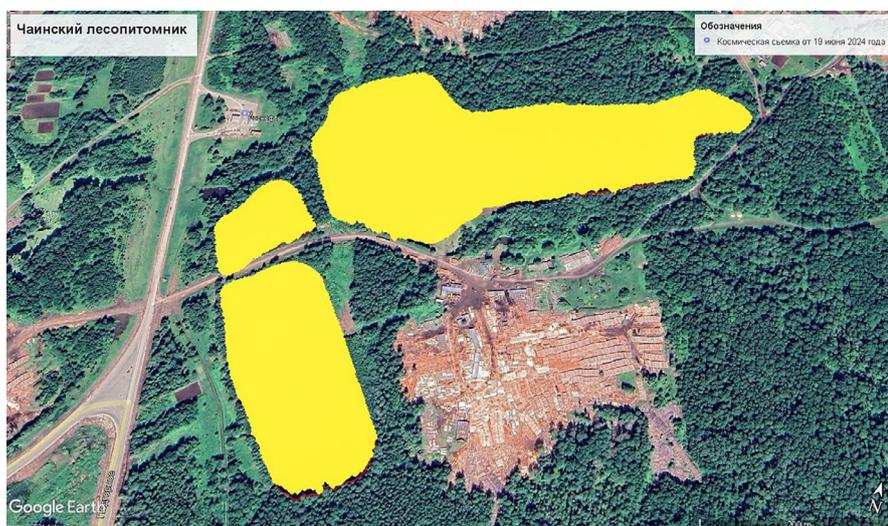
Рис. 6. СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТОГРАММА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ ЧАИНСКОГО ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ

обеспеченность подвижным фосфором отмечена в лесных питомниках Республики Карелии [10], а вот в лесных питомниках Приморского края [11, 12], Удмуртской Республики и Пермского края [13] – низкая.

Обменный калий (K_2O) также относится к важнейшим элементам питания [18]. Он повышает концентрацию клеточного сока растений, усиливая их зимостойкость. Кроме того, обменный калий способствует обводнению коллоидов протоплазмы, поддерживает состояние тургора в клетках и повышает устойчивость древесных растений к засухам. Он увеличивает прочность клеточных оболочек у растений и, соответственно, сопротивляемость растений к грибным и инфекционным заболеваниям. Содержание K_2O в 100 г почвы в Чаинском лесном питомнике составляет 18,0–44,0 мг (в среднем 27,5 мг/100 г почвы). Почвы с повышенной степенью обеспеченности обменным калием отмечены на всей территории. На агрохимической картограмме по содержанию обменного калия выделен один контур (рис. 7). Данный элемент имеет важное значение при выращивании сосны кедровой

сибирской [19], поэтому следует поддерживать его высокую концентрацию в полях питомника. Для сравнения: аналогичная ситуация отмечена в лесных питомниках Республики Карелии [10], Пермского края и Удмуртской Республики [13], а вот содержание обменного калия в лесных питомниках Приморского края низкое [11, 12].

Кислотность – реакция почвенной среды – является определяющим агрохимическим показателем [20]. При кислой реакции почвенного раствора подавляются и угнетаются все почвенные процессы, особенно биохимические. Резко снижается доступность всех питательных веществ, в результате чего замедляется рост и развитие растений. Поэтому регулирование кислой реакции почв является первоочередным агрохимическим мероприятием по улучшению почвенного плодородия. Величина рН солевой вытяжки (рН KCl) по территории лесного питомника варьирует от 3,5 до 4,7 единиц (в среднем 4,0), что соответствует следующим градациям по степени кислотности – среднекислой, сильнокислой и очень сильнокислой. Среднекислые почвы представляют небольшую часть



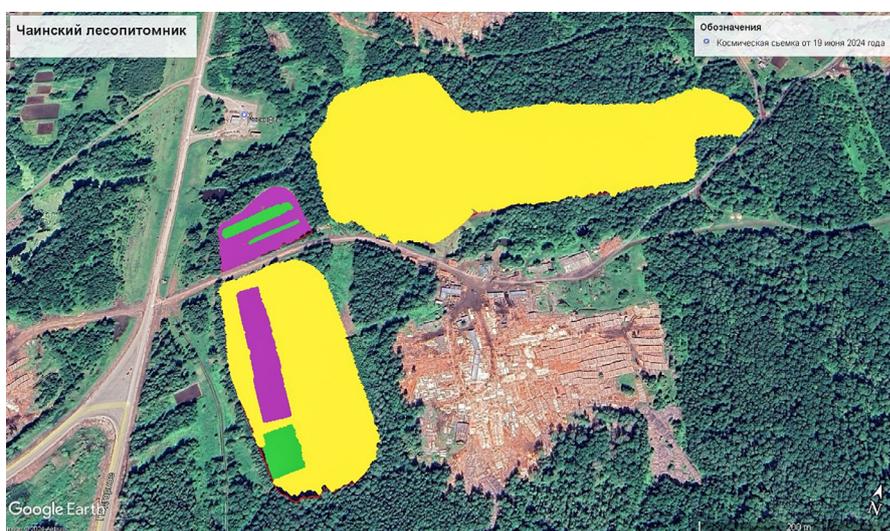
| Степень обеспеченности | Содержание обменного калия, мг/100 г почвы | Площадь | |
|------------------------|--|---------|-----|
| | | га | % |
| Низкая | До 7 | 0 | 0 |
| Средняя | 7–14 | 0 | 0 |
| Повышенная | Выше 14 | 11,5 | 100 |

Рис. 7. Схематическая картограмма обеспеченности почв Чаинского лесного питомника обменным калием

площади питомника – 1,0 га (9%), это ЭПУ 9 и 13. На сильнокислые почвы приходится самая меньшая часть площади питомника – 0,34 га (3%), ЭПУ 11 и 12. Основная часть питомника занята очень сильнокислыми почвами – 10,16 га (88%), ЭПУ 1–8 и 10. Вся площадь питомника на карте по степени кислотности представлена тремя агрохимическими контурами (рис. 8).

Потребность почв в известковании устанавливается по величине *обменной кислотности* ($pH_{\text{солевой}}$). Кроме того, дозу извести можно рассчитать путем умножения значения гидролитической кислотности (НГ) на коэффициент, равный для тяжёлых почв – 1, для лёгких почв – 0,75. Фактически значения НГ (мг-экв/100 г почвы) эквивалентны потребности в известковании (т/га) [21]. Потребность почв данного питомника в известковании имеется по всем ЭПУ, при этом только на ЭПУ 13 она не превышает максимально допустимую дозу внесения известковых удобрений для лёгких почв – 3 т/га, на остальных норма составляет от 3 до 6 т/га.

Гранулометрический состав почв питомника разнообразен (табл. 2) и представлен суглинками лёгкими мелкопесчано-крупнопылеватыми на ЭПУ 4, 6–9, 11–13 (площадь 5,05 га, или 44%) и суглинками средними мелкопесчано-крупнопылеватыми на ЭПУ 5 и 10 (площадь 3,05 га, или 26%), а также песком (связным крупнопылегато-крупнопесчаным) – ЭПУ 1–3 (3,4 га, или 30%). Отмечается коркообразование, что требует как механических способов борьбы, так и внесения мелиорантов, в качестве которых неплохо себя зарекомендовали фосфогипс и зола [22, 23]. В целом при проведении агрохимического обследования следует законодательно закрепить и диагностику физических свойств почв, в частности плотности сложения. Длительный период механической обработки почвы может приводить к переуплотнению почвогрунтов, что, например, отмечено в половине питомников Архангельской обл. [3], а это снижает продуктивность почв и интенсивность роста сеянцев.



| Градация | Обменная кислотность | Площадь | |
|-----------------------|----------------------|---------|----|
| | | га | % |
| Очень сильнокислая | До 4 | 10,16 | 88 |
| Сильнокислая | 4,1–4,5 | 0,34 | 3 |
| Среднекислая | 4,6–5 | 1,0 | 9 |
| Слабокислая | 5,1–5,5 | 0 | 0 |
| Близкая к нейтральной | 5,6–6 | 0 | 0 |
| Нейтральная | 6,1–7,1 | 0 | 0 |

Рис. 8. СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТОГРАММА pH СОЛЕВОЙ ВЫТЯЖКИ ПОЧВ ЧАИНСКОГО ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА

Таблица 2. Гранулометрический состав почв Чаинского лесного питомника

| № ЭПУ | Гранулометрический состав | Фракция, % | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---------------------------|--------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|-------|--|
| | | Ил | | | Пыль | | | Песок | | | | Физическая глина <0,01 мм | | |
| | | Тонкий 0,0001 – 0,0005 мм | Грубый 0,0005 – 0,001 мм | Всего | Мелкая 0,001 – 0,005 мм | Средняя 0,005 – 0,01 мм | Крупная 0,01 – 0,05 мм | Всего | Мелкий 0,05 – 0,25 мм | Средний 0,25 – 0,5 мм | Крупный 0,5 – 1,0 мм | | Всего | |
| 1 | Песок связный крупнопылеватото-крупнопесчаный | 0,13 | 0,83 | 0,96 | 3,10 | 3,09 | 11,19 | 17,38 | 7,96 | 1,11 | 72,59 | 81,66 | 7,15 | |
| 2 | То же | 0,12 | 0,82 | 0,94 | 3,26 | 2,74 | 7,79 | 13,79 | 4,47 | 0,00 | 80,79 | 85,27 | 6,94 | |
| 3 | «» | 0,12 | 0,79 | 0,91 | 3,17 | 2,57 | 7,60 | 13,34 | 4,50 | 0,00 | 81,24 | 85,74 | 6,65 | |
| 4 | Лёгкий суглинок мелкопесчано-крупнопылеватый | 0,31 | 2,49 | 2,80 | 11,65 | 10,24 | 36,29 | 58,19 | 30,89 | 6,97 | 1,15 | 39,01 | 24,69 | |
| 5 | Средний суглинок мелкопесчано-крупнопылеватый | 0,41 | 3,27 | 3,68 | 15,71 | 12,62 | 34,86 | 63,20 | 25,45 | 6,10 | 1,57 | 33,12 | 32,01 | |
| 6 | Лёгкий суглинок мелкопесчано-крупнопылеватый | 0,33 | 2,64 | 2,97 | 12,84 | 10,78 | 34,22 | 57,84 | 29,85 | 7,42 | 1,92 | 39,19 | 26,58 | |
| 7 | То же | 0,37 | 2,93 | 3,30 | 13,42 | 12,50 | 37,49 | 63,42 | 25,86 | 5,64 | 1,79 | 33,29 | 29,22 | |
| 8 | «» | 0,34 | 2,75 | 3,09 | 12,87 | 10,85 | 36,51 | 60,23 | 28,63 | 6,38 | 1,67 | 36,68 | 26,81 | |
| 9 | Лёгкий суглинок мелкопесчано-крупнопылеватый | 0,33 | 2,66 | 2,99 | 12,95 | 10,91 | 36,35 | 60,21 | 27,53 | 7,08 | 2,19 | 36,80 | 26,85 | |
| 10 | Средний суглинок мелкопесчано-крупнопылеватый | 0,46 | 3,64 | 4,11 | 17,26 | 14,39 | 37,53 | 69,18 | 20,54 | 4,72 | 1,45 | 26,72 | 35,75 | |
| 11 | Лёгкий суглинок мелкопесчано-крупнопылеватый | 0,36 | 2,91 | 3,27 | 14,09 | 11,86 | 38,36 | 64,31 | 24,66 | 4,97 | 2,78 | 32,41 | 29,22 | |
| 12 | То же | 0,35 | 2,79 | 3,15 | 12,89 | 11,87 | 37,60 | 62,36 | 27,05 | 5,12 | 2,31 | 34,49 | 27,91 | |
| 13 | «» | 0,45 | 3,60 | 4,05 | 16,77 | 13,23 | 36,01 | 66,02 | 24,38 | 3,98 | 1,57 | 29,93 | 34,05 | |

Долговременная динамика некоторых изученных показателей почвенного плодородия за 18 лет (с 2007 по 2024 г.) приведена на рис. 9. Содержание гумуса до 2014 г. снижалось, а в последние 10 лет стабилизировалось на некотором минимальном уровне.

В отношении кислотности, наоборот, стабильное значение с 2007 по 2014 г. сменилось резким ухудшением данного параметра, что свидетельствует о сильном закислении почв питомника за последние 10 лет. Содержание подвижного фосфора показывает схожую динамику с показателем обменной кислотности на протяжении всех 18 лет. Единственным параметром, который вырос за последние 10 лет и достиг максимальных значений, является содержание обменного калия.

По результатам агрохимического обследования почвы все ЭПУ Чаинского лесного питомника нуждаются в проведении агротехнических мероприятий для улучшения состояния по основным показателям почвенного плодородия. Прежде всего необходимо выполнить известкование с использованием почвенных мелиорантов.

Кроме того, на всех ЭПУ питомника требуется внести азотные минеральные удобрения. Из-за очень высокой концентрации обменного калия необходимость в этом элементе отсутствует. По подвижному фосфору в основном внесение удобрений также не требуется, но на части площади питомника существует средняя потребность. В климатических условиях, характерных для лесничества, с возможными засухами в весенний и раннелетний период, и с учётом преобладания очень сильнокислых почв особая роль при выращивании посадочного материала в питомнике должна отводиться внекорневым подкормкам минеральными удобрениями и микроэлементами.

Следует отметить, что внесение избыточных доз известковых и фосфорных удобрений, а также некоторых гербицидов, содержащих в своём составе хлор, серу или сульфаты, приводит к повышенному содержанию подвижных форм фосфора, наличию значительного количества нерастворённой извести в пахотном почвенном горизонте [24].

При планировании внесения комплексных удобрений следует соблюдать

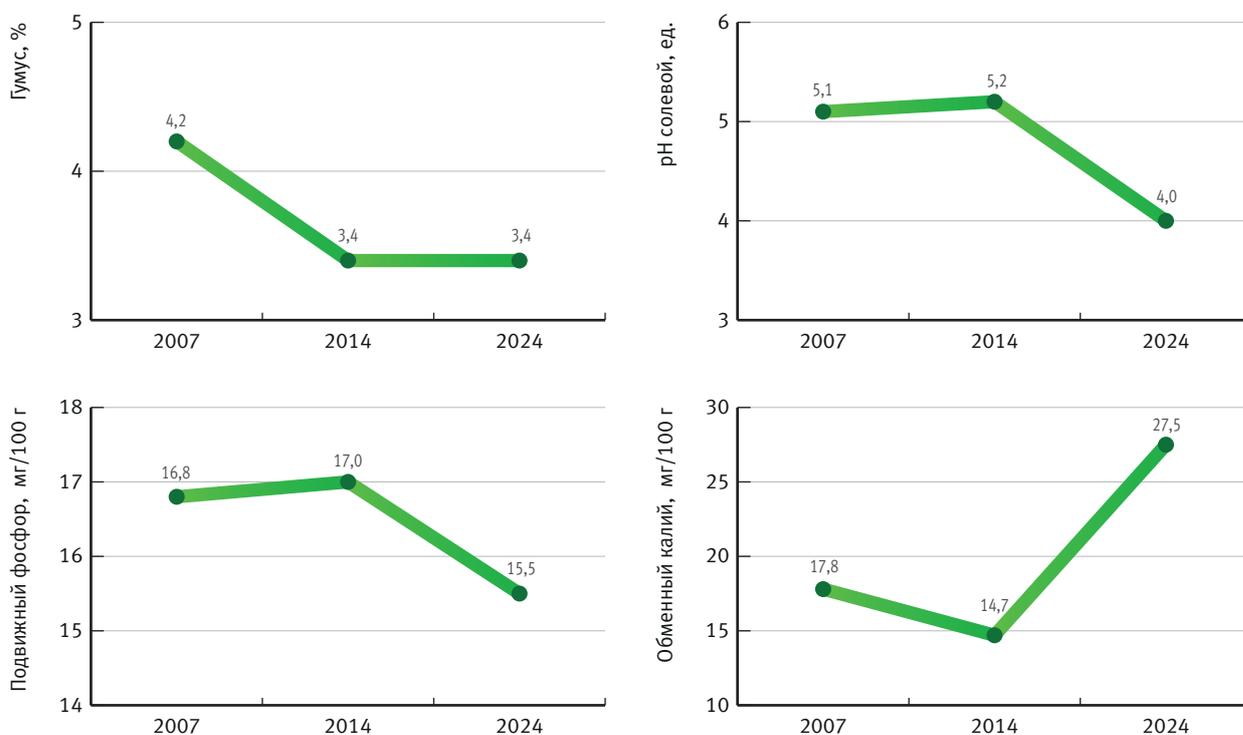


Рис. 9. Долговременная динамика содержания в почве гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, а также кислотности почв Чаинского лесного питомника

установленное многолетними исследованиями для хвойных пород оптимальное соотношение $\text{NPK} - 1,0-0,85-1,12$ [16].

Кроме того, необходимо обратить внимание на целесообразность создания для лесных питомников корпоративной ГИС, которая должна обеспечивать отражение всех пространственных особенностей и предоставлять возможность внесения атрибутивных данных, в том числе с целью последующего оперативного управления процессом выращивания посадочного материала и анализом тенденций. Примеры подобного решения уже существуют [25].

Анализируя ситуацию с точки зрения выращивания культивируемых пород, можно отметить следующие тенденции. Во-первых, ель сибирская культивируется в пределах всех возрастов – от 1 до 4 лет, а сосна кедровая сибирская только старших возрастов – 4–5 лет. То есть последние 3 года, несмотря на урожайные годы, сосну кедровую перестали сеять. Во-вторых, именно по ели сибирской наглядно видно ухудшение агротехники выращивания в питомнике за последние 3 года, так как её посевы 2024 г. просто смыло дождями. Основная причина – недостаточность финансирования и нехватка рабочих рук. Применение химических средств ограничено не только экономическими причинами, но и изменениями в законодательстве в сфере оборота пестицидов. Косвенно это подтверждается и большой долей паровых полей.

В то же время в Чаинском лесном питомнике отмечена успешная борьба с сорной растительностью как механическими способами, так и химическими, что очень важно, так как сильная засоренность снижает интенсивность ростовых процессов сеянцев и приводит к необходимости их доращивания еще течение 1 года до нормативных параметров [26].

Заключение

Данные агрохимического состояния почв Чаинского лесного питомника позволяют сделать следующие обоснованные выводы. В целом

плодородие почв по комплексу агрохимических показателей оценивается как низкое. В сравнении с данными предыдущего агрохимического обследования (2014 г.) градации кислотности почв изменились. Произошло закисление почв в связи с увеличением доли очень сильнокислых грунтов и отсутствием близких к нейтральной рН, которые отмечались при обследовании 2014 г. Таким образом, ранее преобладали среднекислые и близкие к нейтральной рН почвы, а в настоящее время – очень сильнокислые.

В сравнении с данными предыдущего агрохимического обследования число градаций гумусированности почв тоже изменилось: ранее их было три, а сейчас две – отсутствует градация с повышенным содержанием гумуса. Произошло снижение обеспеченности гумусом, поскольку ранее преобладали почвы среднегумусированные и с повышенной обеспеченностью. Доля почв с низким содержанием гумуса возросла.

На большей части территории (81%) содержание подвижного фосфора выше среднего. В сравнении с данными предыдущего агрохимического обследования число градаций по обеспеченности этим элементом почв не изменилось – их по-прежнему 4 (от средней до очень высокой), как и было ранее.

По наличию обменного калия ситуация более благоприятная, так как его повышенное содержание отмечено на всей территории питомника. В сравнении с данными предыдущего обследования почвы стали гомогенными по обеспеченности этим элементом (присутствует один контур) – вместо четырех градаций стала одна.

Анализ агрохимических картограмм указывает на необходимость проведения мероприятий по повышению плодородия почв на каждом ЭПУ данного питомника.

В процессе дальнейшей эксплуатации необходимо проводить комплекс мероприятий по окультуриванию почв питомника, который предусматривает внесение в больших дозах всех видов удобрений, минеральных в качестве основного в паровых полях, для предпосевного и припосевного внесения, а также макро- и микроудобрений для корневых и внекорневых подкормок.

Интенсивность и количество вносимых азотных, фосфорных и калийных удобрений должны быть тем больше, чем хуже обеспеченность почв этими элементами питания.

При следующем агрохимическом обследовании рекомендовано провести анализ на содержание азота, в том числе на его формы (амидную, аммонийную и нитратную), плотность сложения почвогрунтов и комплекс мезоэлементов (Fe, Ca, S, Mg) и микроэлементов (B, Cu, Zn, Mn, Mo). Это обусловлено тем, что плотность почвы может очень сильно изменяться при систематическом

возделывании и достигать таких величин, при которых молодым растениям (всходам и сеянцам) становится трудно развивать полноценную корневую систему.

Так как среди трех форм азота хорошо усваиваются амидная и аммонийная, важно иметь не только данные о количестве азота в субстрате, но и о соотношении его форм. К немаловажным факторам также относится содержание мезо- и микроэлементов, поскольку они существенно влияют на состояние молодых растений и их полноценное развитие в онтогенезе.

Исследование проведено в рамках государственного задания ИМКЭС СО РАН

Список источников

1. Роде, А.А. Почвоведение / А.А. Роде, В.Н. Смирнов. – Москва : Высшая школа, 1972. – 480 с.
2. Новосельцева, А.И. Справочник по лесным питомникам / А.И. Новосельцева, Н.А. Смирнов. – Москва : Лесная промышленность, 1983. – 280 с.
3. Современное состояние почв лесных питомников таежной зоны Европейской части России / Н.А. Демина, О.Н. Тюкавина, В.В. Воронин, Е.Н. Наквасина, Е.М. Романов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3. – С. 11–21. – DOI 10.26897/0021-342X-2024-3-11-21.
4. Агроэкологическая оценка почв, вовлеченных в хозяйственную деятельность на территории Карелии (на примере базисного лесного питомника) / М.В. Медведева, А.Н. Солодовников, О.Н. Бахмет, Г.В. Ахметова // Плодородие. – 2022. – № 2(125). – С. 53–57. – DOI 10.25680/S19948603.2022.125.13.
5. Дурова, А.С. Современное состояние почв лесных питомников Ленинградской области. – Текст: электронный / А.С. Дурова, А.А. Фетисова // Лесохозяйственная информация. – 2020. – № 1. – С. 31–39. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.1.03. – Режим доступа: lhi.vniilm.ru.
6. Андропова, У.А. Проблемы лесных питомников Пермского края и пути их решения / У.А. Андропова, Р.А. Соколов // Проблемы антропогенной трансформации природной среды : материалы Международной конференции памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка (Пермь, 14–15 ноября 2019) ; под редакцией С.А. Бузмакова. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. – С. 234–236.
7. Гродницкая, И.Д. Использование микромицетов Trichoderma в биоремедиации почв лесопитомников / И.Д. Гродницкая, Н.Д. Сорокин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2006. – № 4. – С. 491–495.
8. Гродницкая, И.Д. Внесение микробов-интродуцентов в лесные почвы питомников Сибири / И.Д. Гродницкая, Н.Д. Сорокин // Почвоведение. – 2007. – № 3. – С. 359–364.
9. Stevenson, F.J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions / F.J. Stevenson. – New York : John Wiley & Sons, 1994. – 512 p.
10. Федорец, Н.Г. Водно-физические и агрохимические показатели почв базисных питомников Карелии / Н.Г. Федорец, А.Н. Солодовников, Ю.Н. Ткаченко // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 8. – С. 139–144.
11. Голодная, О.М. Агрохимическая характеристика почв лесных питомников Приморского края / О.М. Голодная // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 1(40). – С. 28–32.
12. Голодная, О.М. Плодородие почв лесных питомников Приморского края / О.М. Голодная // Леса и лесное хозяйство в современных условиях : материалы Всероссийской конференции с международным участием (Хабаровск, 04–06 октября 2011) : отв. редактор А.П. Ковалев. – Хабаровск : Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 2011. – С. 88–89.
13. Белых, А.Д. Агроэкологическая оценка свойств почв лесных питомников Вятско-Камской почвенной провинции / А.Д. Белых, В.Ю. Гилев // Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах ; II Никитинские чтения : материалы Международной научной конференции, посвященной первому профессору почвоведения на Урале, заведующему кафедрой почвоведения В.В. Никитину, 100-летию первой кафедры почвоведения на Урале, 140-летию науки почвоведения (Пермь, 14–17 ноября 2023). – Пермь : От и До, 2023. – С. 138–142.
14. Нуреев, Н.Б. Состояние почвенно-грунтовых условий на Островском лесном питомнике Костромской области / Н.Б. Нуреев // Актуальные проблемы сельскохозяйственных наук в России и за рубежом : сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 10 февраля 2016). – Вып. III. – Новосибирск : Инновационный Центр развития образования и науки, 2016. – С. 47–50.

15. Однополова, И.С. Агротехника выращивания сеянцев хвойных пород в питомнике волжского лесничества / И.С. Однополова // Эпоха науки. – 2017. – № 9. – С. 183–196. – DOI 10.1555/2409-3203-2017-0-9-183-196.
16. Романчук, А.В. Применение комплексного минерального удобрения пролонгированного действия «Базакот 6М» в посевном отделении сосны обыкновенной лесных питомников / А.В. Романчук, А.В. Юренин // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2019. – № 1(216). – С. 60–66.
17. Алимкулов, С.О.У. Биологическая роль фосфора в жизни растений / С.О.У. Алимкулов, Д.К. Мурадова // Молодой ученый. – 2015. – № 10(90). – С. 44–47.
18. Ягодин, Б.А. Агротехника / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко ; под ред. Б.А. Ягодина. – Москва : Колос, 2002. – 584 с.
19. Костюченко, Д.А. Агротехническое обследование почвы участка лесных культур сосны сибирской в Учебно-опытном лесхозе БГИТА / Д.А. Костюченко, С.В. Миронов // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2008. – № 21-1. – С. 136–138.
20. Агротехника : учебник для студентов вузов / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков [и др.] ; под ред. В.Г. Минеева. – Москва : изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
21. Земледелие : учебник для студентов вузов / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин [и др.] ; под ред. А.С. Максимова. – Москва : Колос, 2000. – 551 с.
22. Кан, В.М. Повышение плодородия почв лесного питомника «Ак Кайын» Республики Казахстан / В.М. Кан, А.Н. Рахимжанов, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 8(114). – С. 39–43.
23. Кан, В.М. Мелиоративные приемы борьбы с коркообразованием на лесном питомнике «Ак Кайын» в Республике Казахстан. – Текст : электронный / В.М. Кан, С.В. Залесов, А.Н. Рахимжанов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 1665. – Режим доступа: science-education.ru.
24. Исследование состояния пахотного горизонта почвы лесного питомника. – Текст : электронный / В.А. Савченкова, О.В. Кормилицына, И.В. Зенкова, А.В. Сиротов, Д.А. Каипова // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 4. – С. 60–71. DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2021.4.04. – Режим доступа: lhi.vniilm.ru.
25. Использование ГИС для агрохимической характеристики почв и засоренности полей Гребневского питомника Щелковского учебно-опытного лесхоза / О.В. Мартыненко, В.Н. Карминов, Е.С. Югай, И.Р. Мутыгуллин, П.В. Онтиков // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2019. – № 99. – С. 5–20. – DOI 10.19047/0136-1694-2019-99-5-20.
26. Тюкавина, О.Н. Качество сеянцев в постоянных питомниках открытого грунта северотаежного лесорастительного района / О.Н. Тюкавина, Н.А. Демина, Д.Х. Файзулин // Хвойные бореальной зоны. – 2024. – Т. 42. – № 4. – С. 38–44. – DOI 10.53374/1993-0135-2024-4-38-44.

References

1. Rode, A.A. Pochvovedenie / A.A. Rode, V.N. Smirnov. – Moskva : Vysshaya shkola, 1972. – 480 s.
2. Novosel'ceva, A.I. Spravochnik po lesnym pitomnikam / A.I. Novosel'ceva, N.A. Smirnov. – Moskva : Lesnaya promyshlennost', 1983. – 280 s.
3. Sovremennoe sostoyanie pochv lesnyh pitomnikov taehznoj zony Evropejskoj chasti Rossii / N.A. Demina, O.N. Tyukavina, V.V. Voronin, E.N. Nakvasina, E.M. Romanov // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2024. – № 3. – S. 11–21. – DOI 10.26897/0021-342X-2024-3-11-21.
4. Agroekologicheskaya ocenka pochv, vovlechennyh v hozyajstvennyuyu deyatelnost' na territorii Karelii (na primere bazisnogo lesnogo pitomnika) / M.V. Medvedeva, A.N. Solodovnikov, O.N. Bahmet, G.V. Ahmetova // Plodorodie. – 2022. – № 2(125). – S. 53–57. – DOI 10.25680/S19948603.2022.125.13.

5. Durova, A.S. Sovremennoe sostoyanie pochv lesnyh pitomnikov Leningradskoj oblasti. – Tekst: elektronnyj / A.S. Durova, A.A. Fetisova // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2020. – № 1. – S. 31–39. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.1.03. – Rezhim dostupa: lhi.vniilm.ru.
6. Andronova, U.A. Problemy lesnyh pitomnikov Permskogo kraja i puti ih resheniya / U.A. Andronova, R.A. Sokolov // Problemy antropogennoj transformaciya prirodnoj sredy : materialy Mezhdunarodnoj konferencii pamyati N.F. Rejmersa i F.R. Shtil'marka (Perm', 14–15 noyabrya 2019) ; pod redakciej S.A. Buzmakova. – Perm' : Permskij gosudarstvennyj nacional'nyj issledovatel'skij universitet, 2019. – S. 234–236.
7. Grodnickaya, I.D. Ispol'zovanie mikromicetov Trichoderma v bioremediacii pochv lesopitomnikov / I.D. Grodnickaya, N.D. Sorokin // Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya biologicheskaya. – 2006. – № 4. – S. 491–495.
8. Grodnickaya, I.D. Vnesenie mikrobov-introducentov v lesnye pochvy pitomnikov Sibiri / I.D. Grodnickaya, N.D. Sorokin // Pochvovedenie. – 2007. – № 3. – S. 359–364.
9. Stevenson, F.J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions / F.J. Stevenson. – New York : John Wiley & Sons, 1994. – 512 p.
10. Fedorec, N.G. Vodno-fizicheskie i agrohimicheskie pokazateli pochv bazisnyh pitomnikov Karelii / N.G. Fedorec, A.N. Solodovnikov, Yu.N. Tkachenko // Uspekhi sovremenno go estestvoznaniya. – 2016. – № 8. – S. 139–144.
11. Golodnaya, O.M. Agrohimicheskaya harakteristika pochv lesnyh pitomnikov Primorskogo kraja / O.M. Golodnaya // Vestnik KrasGAU. – 2010. – № 1(40). – S. 28–32.
12. Golodnaya, O.M. Plodorodie pochv lesnyh pitomnikov Primorskogo kraja / O.M. Golodnaya // Lesa i lesnoe hozyajstvo v sovremennyh usloviyah : materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem (Habarovsk, 04–06 oktyabrya 2011) : otv. redaktor A.P. Kovalev. – Habarovsk : Dal'nevostochnyj nauchno-issledovatel'skij institut lesnogo hozyajstva, 2011. – S. 88–89.
13. Belyh, A.D. Agroekologicheskaya ocenka svojstv pochv lesnyh pitomnikov Vyatsko-Kamskoj pochvennoj provincii / A.D. Belyh, V.Yu. Gilev // Aktual'nye problemy pochvovedeniya, agrohimii i ekologii v prirodnyh i antropogennyh landshaftah ; II Nikitinskie chteniya : materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj pervomu professoru pochvovedeniya na Urale, zaveduyushchemu kafedroj pochvovedeniya V.V. Nikitinu, 100-letiyu pervoj kafedry pochvovedeniya na Urale, 140-letiyu nauki pochvovedeniya (Perm', 14–17 noyabrya 2023). – Perm' : Ot i Do, 2023. – S. 138–142.
14. Nureev, N.B. Sostoyanie pochvenno-gruntovyh uslovij na Ostrovskom lesnom pitomnike Kostromskoj oblasti / N.B. Nureev // Aktual'nye problemy sel'skohozyajstvennyh nauk v Rossii i za rubezhom : sbornik nauchnyh trudov po itogam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Novosibirsk, 10 fevralya 2016). – Vyp. III. – Novosibirsk : Innovacionnyj Centr razvitiya obrazovaniya i nauki, 2016. – S. 47–50.
15. Odnopolova, I.S. Agrotehnika vyrashchivaniya seyancev hvojnyh porod v pitomnike volzhskogo lesnichestva / I.S. Odnopolova // Epoha nauki. – 2017. – № 9. – S. 183–196. – DOI 10.1555/2409-3203-2017-0-9-183-196.
16. Romanchuk, A.V. Primenenie kompleksnogo mineral'nogo udobreniya prolongirovannogo dejstviya "Bazakot 6M" v posevnom otdelenii sosny obyknovЕННОj lesnyh pitomnikov / A.V. Romanchuk, A.V. Yurenya // Trudy BGITU. Seriya 1: Lesnoe hozyajstvo, prirodnopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyaemyh resursov. – 2019. – № 1(216). – S. 60–66.
17. Alimkulov, S.O.U. Biologicheskaya rol' fosfora v zhizni rastenij / S.O.U. Alimkulov, D.K. Muradova // Molodoye uchenyj. – 2015. – № 10(90). – S. 44–47.
18. Yagodin, B.A. Agrohimiya / B.A. Yagodin, Yu.P. Zhukov, V.I. Kobzarenko ; pod red. B.A. Yagodina. – Moskva : Kolos, 2002. – 584 s.
19. Kostyuchenko, D. A. Agrohimicheskoe obsledovanie pochvy uchastka lesnyh kul'tur sosny sibirskoj v Uchebno-opytном leskhozе BGITA / D.A. Kostyuchenko, S.V. Mironov // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. – 2008. – № 21-1. – S. 136–138.
20. Agrohimiya : uchebnik dlya studentov vuzov / V.G. Mineev, V.G. Sychev, G.P. Gamzikov [i dr.] ; pod red. V.G. Mineeva. – Moskva : izd-vo VNIIA im. D.N. Pryanishnikova, 2017. – 854 s.

21. Zemledelie : uchebnik dlya studentov vuzov / G.I. Bazdyrev, V.G. Loshakov, A.I. Puponin [i dr.] ; pod red. A. S. Maksimova. – Moskva : Kolos, 2000. – 551 s.
22. Kan, V.M. Povyshenie plodorodiya pochv lesnogo pitomnika "Ak Kajyn" Respubliki Kazahstan / V.M. Kan, A.N. Rahimzhanov, S.V. Zalesov // Agrarnyj vestnik Urala. – 2013. – № 8(114). – S. 39–43.
23. Kan, V.M. Meliorativnye priemy bor'by s korkoobrazovaniem na lesnom pitomnike «Ak Kajyn» v Respublike Kazahstan. – Tekst : elektronnyj / V.M. Kan, S.V. Zalesov, A.N. Rahimzhanov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 1-1. – S. 1665. – Rezhim dostupa: science-education.ru.
24. Issledovanie sostoyaniya pahotnogo gorizonta pochvy lesnogo pitomnika. – Tekst : elektronnyj / V.A. Savchenkova, O.V. Kormilicyna, I.V. Zenkova, A.V. Sirotov, D.A. Kaipova // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2021. – № 4. – S. 60–71. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2021.4.04. – Rezhim dostupa: lhi.vniilm.ru.
25. Ispol'zovanie GIS dlya agrohimicheskoy karakteristiki pochv i zasorennosti polej Grebnevskogo pitomnika Shchelkovskogo uchebno-opytного leskhoza / O.V. Martynenko, V.N. Karminov, E.S. Yugaj, I.R. Mutygullin, P.V. Ontikov // Byulleten' Pochvennogoinstitutaim.V.V. Dokuchaeva. – 2019. – № 99. – S. 5–20. – DOI 10.19047/0136-1694-2019-99-5-20.
26. Tyukavina, O.N. Kachestvo seyancev v postoyannyh pitomnikah otkrytogo grunta severotaezhnogo lesorastitel'nogo rajona / O.N. Tyukavina, N.A. Demina, D.H. Fajzulin // Hvojnye boreal'noj zony. – 2024. – T. 42. – № 4. – S. 38–44. – DOI 10.53374/1993-0135-2024-4-38-44.