

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА КАЧЕСТВО ПОЧВ БАЗИСНОГО ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА НА ТЕРРИТОРИИ КАРЕЛИИ

*А.Н. Солодовников, М.В. Медведева, к.б.н.,  
Институт леса Карельского научного центра РАН  
185910, Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д.11*

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт леса КарНЦ РАН)*

В настоящее время в связи с высоким уровнем природно-техногенного воздействия на лесные экосистемы остро встает проблема искусственного лесовосстановления. Для Карелии, где ежегодно вырубается до 1 млн га лесной площади, получение качественного посадочного материала хвойных деревьев является актуальной задачей. Главным поставщиком посадочного материала для восстановления уничтоженных лесов на площади являются базисные лесные питомники. Качество продукции лесных питомников напрямую зависит от почв, как главного компонента экосистемы [3]. Почвы выполняют концентрационно-трофическую функцию по обеспечению достаточного уровня элементов питания для развития растений, в том числе посадочного материала. Однако, многолетняя хозяйственная эксплуатация почв приводит к изменению баланса элементов-биофилов и, как следствие, к уменьшению выхода лесорастительного материала и его жизнеспособности. Гармонизация отношений между основными участниками биокомплекса (растения – почва – микроорганизмы) возможна при выполнении триединой задачи: проверка современного состояния – выявление изменений – исправление негативных нарушений. Это обеспечивает гомеостаз искусственной экосистемы, его нормальное функционирование, получение высоких урожаев [4, 11].

*Ключевые слова:* лесной питомник, экосистема, Карелия, посадочный материал

Для цитирования: Солодовников А.Н., Медведева М.В. Оценка влияния многолетней хозяйственной деятельности на качество почв базисного лесного питомника на территории Карелии// Плодородие. – 2023. – №4. – С. 66-69.

DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.16.

**Цель данных исследований** – оценить качество почв, сформировавшихся на посевных площадях под сеянцами хвойных деревьев, и разработать рекомендации по повышению их плодородия.

**Методика.** Базисный лесной питомник располагается в южной части Суоярвского района в 18 км от г. Суоярви, между шоссе и железной дорогой. К юго-восточной границе питомника подходит р. Шуя, которая может оказывать влияние на микроклимат территории. Площадь базисного лесного питомника 12,8 га. Местность, где располагается питомник, носит в основном равнинный характер, присутствуют незначительные возвышения с небольшой крутизной склонов [8]. Территория питомника окружена сосновым лесом, более увлажненные места покрыты сосново-березовыми насаждениями. В целом природно-климатические условия благоприятны для выращивания сеянцев, получения хороших урожаев.

Три плановых тура обследования почв базисного лесного питомника, которые проходили в 2005, 2015, 2021 г., позволили установить динамику изменений свойств почв [6, 10]. Методической основой выполнения работы было единообразие методов и приемов, использованных в процессе проведения исследования. Для агрохимической характеристики почв питомников на каждом поле (12 полей) проводили отбор образцов почв (10 образцов), которые смешивали в один. В лабораторных условиях в образцах почв определяли гранулометрический состав – на лазерном анализаторе частиц (LS-13320 Btckman Coulter), pH солевой вытяжки –

потенциометрически, гумус – по Тюрину, нитраты – по Грандваль-Ляжу, аммоний – колориметрически с реактивом Несслера, подвижные соединения фосфора и калия – по Кирсанову [1].

**Результаты и их обсуждение.** Для установления свойств почв в условиях питомника необходимо оценить почвы ненарушенных территорий. В этой связи провели исследование морфологических свойств почв. Контрольный почвенный разрез был заложен на участке, не испытывающем антропогенное воздействие, – в сосновом древостое (рис. 1). На основании полученных данных установили, что согласно Классификации почв России изучаемые почвы А1-Fe-гумусового генезиса (подзолы иллювиально-железистые) являются фоновыми [5]. Данные почвы широко распространены на территории Карелии. Почва – подзол иллювиально-железистый маломощный песчаный на водно-ледниковых отложениях, имеет морфологическое строение: О–Е–BF–B2–BC–C. Почвы с хорошо выраженной дифференциацией на отдельные горизонты. Под лесной подстилкой сформирован белесый подзолистый горизонт. Альфегумусовый горизонт окрашен в охристо-бурый цвет. Для почв характерны кислая реакция, низкая степень насыщенности основаниями, низкая емкость поглощения.

Ненарушенные почвы в условиях воздействия агрокультурных мероприятий претерпевали значительное изменение верхних горизонтов (см. рис. 1).

Подстилка мощностью 5 см в процессе хозяйственного использования трансформируется в пахотный слой

толщиной до 25 см. Подзолистый горизонт, унаследованный от начальных пород, залегает сравнительно глубже по почвенному профилю, его цвет темнее и менее однородный, мощность его меньше. Горизонты, расположенные глубже, не имеют резко выраженных изменений, по морфологическим свойствам они близки к подзолам иллювиально-железистым ненарушенных участков.

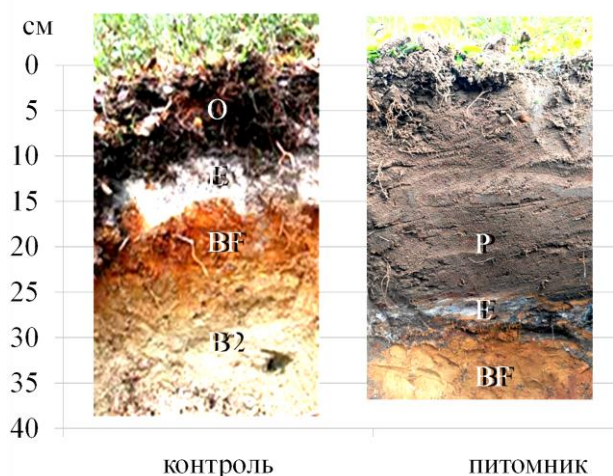


Рис. 1. Изменение морфологических свойств почв в процессе их использования в агро сфере

По гранулометрическому составу почвы песчаные: наибольшее распространенные (48-67%) имеют мелкопесчаные фракции 0,25–0,05 мм. Содержание среднего песка, частиц размером 0,5–0,25 мм, также велико – от 13 до 18%. Примечательно, что при обследовании в 2015 г. содержание этих фракций составляло примерно по 40%. Содержание средне- и мелкопылеватых фракций (<0,01 мм) ниже 5% диагностирует почвы как рыхлопесчаные, что свидетельствует о бедности данных почв. Содержание илистой фракции (< 0,001 мм) невысокое, около 1%. Такой гранулометрический состав исследуемых почв, как правило, также обуславливает их низкую водоудерживающую способность, вымывание элементов питания из корнеобитаемой зоны растений.

Для оценки кислотно-щелочных свойств почв использовали градацию Ленинградского НИИ лесного хозяйства [9], согласно которой кислотность почв ранжируется от сильнокислых ( $pH_{KCl} < 4$ ) до нейтральных ( $pH_{KCl}$  6,1-7). Исследования показали, что в результате агрокультурных мероприятий произошло изменение кислотно-щелочных свойств почв исследованного базисного лесного питомника (рис. 2).

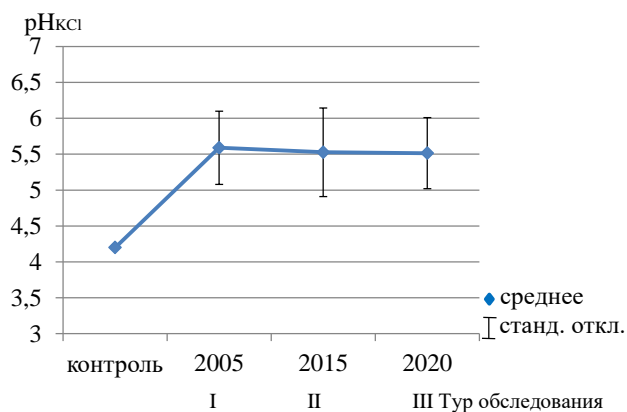


Рис. 2. Динамика кислотно-щелочных свойств почв изучаемых участков

Результаты показали, что почвы по кислотно-щелочным свойствам базисного лесного питомника достаточно гетерогенны: установлены почвы как сильнокислые ( $pH_{KCl}$  4,2-5,5), так и близкие к нейтральным ( $pH_{KCl}$  6,4). Это происходит вследствие антропогенного влияния на данный участок, вовлечения его в лесохозяйственную деятельность. При этом отмечается, что почвы ненарушенных участков имеют сильнокислую реакцию ( $pH_{KCl}$  4,2), которая определяется кислотностью хвойного опада, поступающего в экосистему. Как правило, для питомников оптимальный показатель pH для почв легкого гранулометрического состава составляет 5,0–5,5 [9]. В связи с тем, что для большинства обследованных полей питомника кислотно-щелочные показатели почв находятся близко к данному показателю, можно считать, что эдафические условия для произрастания хвойных растений являются оптимальными, известкование не требуется.

При проведении работ в области лесоразведения необходима информация о содержании гумуса, которое является одним из надежных индикаторов их состояния [3, 11]. Образующий в процессе почвообразования гумус служит аккумулятором элементов минерального питания для растений, микробов. В гумусе сосредоточены различные химические соединения, которые могут оказывать влияние на биологическую активность почв. Водно-физические и тепловые свойства почв также определяются содержанием гумуса. Велика роль гумуса в поддержании гомеостатического состояния экосистемы, устойчивости ее к антропогенному воздействию. Однако, при проведении агрокультурных мероприятий (распашка почв) возможно резкое изменение состояния всех компонентов биоты, а следовательно направленности почвообразовательного процесса. В результате нарушаются гумусообразование, выполнение почвами своих экосистемных функций. В этой связи возникает необходимость в проведении мероприятий, направленных на оптимизацию состояния микробиоты. Почвы питомников ранжируются в зависимости от содержания гумуса от очень бедных (< 1%) до хорошо обеспеченных (> 4%). Для роста сеянцев хвойных наиболее оптимально содержание гумуса более 2,5%. При низких значениях содержания гумуса в почве возможны нарушение природных ритмов круговорота элементов питания и гибель растений. Анализ содержания гумуса в почве антропогенно нарушенных участков показал более высокие его показатели (2-3%) по сравнению с минеральными горизонтами почв контрольного участка (1%) (рис. 3).

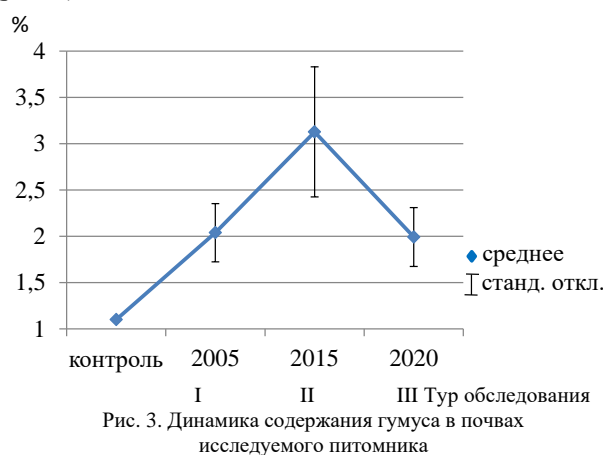


Рис. 3. Динамика содержания гумуса в почвах исследуемого питомника

Это объясняется перемешиванием горизонтов, формированием иных условий почвообразования, внесением удобрений на участки питомника. Однако в целом для использования в агрофере почвы могут характеризоваться как бедные или недостаточно обеспеченные гумусом. Это связано с тем, что в почвах легкого гранулометрического состава аккумуляция гумуса не происходит, он быстро используется биотой, растениями. Низкая обеспеченность почв гумусом может стать причиной плохого развития растений, снижением их природного потенциала.

Изменение фитокомплекса в процессе вовлечения его в лесохозяйственную деятельность изменяет пул элементов биофилов в почве, что делает необходимым восполнение жизненно важных для сеянцев ресурсов питания. Как отмечалось, гумус – это источник элементов питания растений и микробиоты, в нем аккумулируется до 98 % запасов почвенного азота, 80 – серы, 60 % – фосфора, он также является источником микроэлементов. Минеральный азот необходим для эффективного формирования плодородия почвы и служит первоисточником питания растений (табл.).

Среднее содержание и стандартное отклонение минеральных форм азота в почвах базисного питомника

№ поля	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	Сумма минеральных форм азота
	мг/100 г		
1	12,28	1,56	13,84
2	9,88	0,07	9,95
3	9,35	0,05	9,4
4	9,35	0,07	9,42
5	9,35	0,02	9,37
6	11,63	0,02	11,65
7	10,43	0,28	10,71
8	10,43	0,03	10,46
9	9,88	0,03	9,91
10	9,35	0,04	9,39
11	8,85	0,04	8,89
12	9,35	0,05	9,4
Среднее значение	10,01	0,19	10,2
Стандартное отклонение	0,79	0,24	0,98

При поступлении в почву органического вещества происходит его минерализация, в результате которой образуется минеральный азот. Низкая активность микроорганизмов приводит к недостаточно глубокой минерализации мортмассы, изменению содержания легкоминерализуемых форм азота, как аммонийного, так и нитратного, что может оказывать влияние на рост и развитие растений [7]. В пахотных горизонтах почв оптимальным считается содержание минерального азота (сумма аммонийной и нитратной форм), равное 8–10 мг/100 г. Несмотря на недостаточное содержание гумуса в почвах исследуемого питомника, суммарное содержание обеих форм азота составляет 10,2 мг/100 г, что позволяет классифицировать почвы питомника как хорошо обеспеченные азотом и не нуждающиеся в дополнительном удобрении.

Фосфор является жизненно необходимым элементом, так как входит в состав соединений, богатых макроэргическими связями, обеспечивает конструктивную и энергетическую составляющую развития растений. В связи с тем, что его миграционная способность по трофическим цепям подвержена нарушениям на фоне антропогенного воздействия, определение его содержания обязательно при изучении почвенного плодородия.

Снижение содержания подвижного фосфора в почвах базисного лесного питомника установили в третий тур обследования (рис. 4). В настоящее время, отмечается низкая обеспеченность почв фосфором (5,1 мг/100 г), по сравнению с естественными почвами, характерная для большинства полей. Как правило, исследователи отмечают низкое содержание фосфора в естественных почвах, однако в лесных почвах ненарушенных экосистем Карелии, напротив, довольно часто наблюдается достаточно высокий уровень содержания его подвижных форм [8].

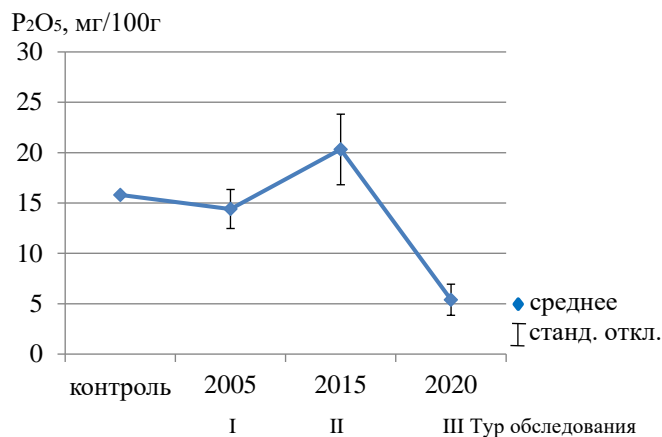


Рис. 4. Изменение содержания подвижного фосфора в почвах исследуемого питомника в различные туры обследования

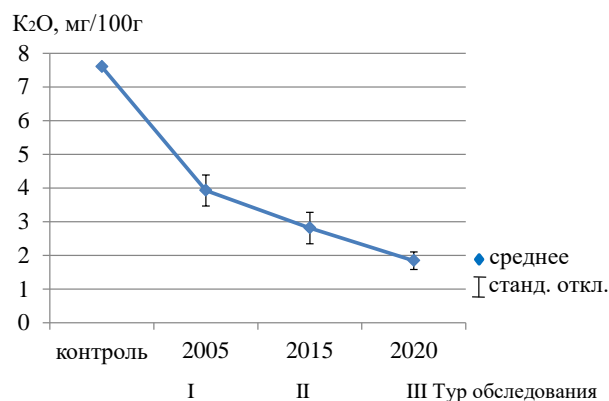


Рис. 5. Изменение содержания подвижного калия в почвах исследуемого питомника в различные туры обследования

Калий также является одним из важнейших элементов-биофилов. На осваиваемых территориях его вынос из почвы при сельскохозяйственном использовании всегда больше, чем фосфора или азота. Проведенное исследование показало, что почвы питомника отличаются меньшим уровнем концентрации подвижного калия (рис.5) по сравнению как с фоновой территорией (контроль), так с предыдущими турами обследований. В целом, по уровню содержания калия почвы почти всех полей характеризуются очень низкой обеспеченностью калием, составляющей до 1,9 мг/100 г.

Интегральным показателем состояния почв, используемых не только в агрофере, но и в условиях антропогенного воздействия, является комплексный показатель степени окультуренности почв. Он основывается на следующих показателях: мощность пахотного слоя, кислотнo-щелочные свойства (рН<sub>KCl</sub>), содержание гумуса, фосфора и калия. Согласно градации почв, имеются следующие оценки их окультуренности: слабая, средняя и

сильная. На основе комплексного анализа выявлено, что степень окультуренности полей обследованного базисного лесного питомника в целом находится, между слабой и средней.

Как известно, промывной водный режим легких по гранулометрическому составу почв определяет выщелачивание питательных веществ из верхних корнеобитаемых горизонтов почв в нижележащие. Вынос элементов минерального питания растениями, вероятно, является причиной снижения содержания азота, фосфора, калия и гумуса в почвах исследуемого питомника. Для закрепления химических элементов необходимо выполнять мероприятия по оптимизации состояния биотической компоненты почв. Это предполагает не только внесение удобрений, но и проведение мероприятий по улучшению гранулометрического состава почв. Один из эффективных способов изменения легких по гранулометрическому составу почв – глинование. Составление сбалансированных смесей, включающих торф, торфо-компост, глину, может улучшить свойства почв, а следовательно позволит получать достаточно хорошие урожаи.

**Заключение.** Проведенные исследования позволили получить новые данные о состоянии почв, вовлеченных в производственный процесс, а также сравнить с результатами предыдущих туров обследования. Установленное изменение морфологических свойств почв питомника свидетельствует о многолетнем вовлечении их в производственный процесс, при этом выявили наиболее выраженные изменения в верхних горизонтах почв по сравнению с контролем. Повышение гумуса и снижение кислотности почв можно рассматривать как один из положительных моментов при антропогенной трансформации почв, так как благоприятное сочетание этих показателей способствует лучшей адаптации растений к неблагоприятным факторам среды. Однако, низкий уровень содержания подвижных форм калия и фосфора свидетельствует о необходимости проведения почвоулучшающих мероприятий. Также установлено уменьшение содержания в почвах фосфора, калия и гумуса по сравнению со вторым туром обследования почв (2015 г.). Для

повышения плодородия почв необходимо проведение мелиоративных мероприятий: внесение минеральных удобрений, содержащих фосфор и калий, оптимизация гранулометрического состава (глинование почв). Полученные данные комплексных исследований следует использовать в агролесохозяйственном мониторинге, они могут стать основой для разработки региональных показателей окультуренности почв. В качестве общей рекомендации можно предложить проведение в дальнейшем микробиологических исследований, а именно изучение целлюлозолитического блока биоты, что позволит установить состав и функциональную активность гидролитиков.

#### Литература

1. *Агрохимические методы исследования почв* /Под ред А.В.Соколова. – М., 1975. – 488 с.
2. *Апарин Б.Ф., Касаткина Г.А.* Почвенное картирование. – СПб, 2002. – 126 с.
3. *Гавренков Г.И.* Почвы лесных питомников Приморского края и пути повышения их плодородия (практические рекомендации). – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2004. – 104 с.
4. *Ефимов В.Н., Калинин В.Г., Горлова М.Л.* Пособие к учебной практике по агрохимии. – Л., 1979. – 134 с.
5. *Классификация и диагностика почв России* / Почв. ин-т им. В. В. Докучаева Рос. акад. с.-х наук, Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Докучаев. о-во почвоведов ; [Л. Л. Шишов и др.]. – Смоленск: Ойкумена (ГУП Смол. обл. тип. им. В.И. Смирнова), 2004. – 341 с.
6. *Медведева М.В., Солодовников А.Н., Кудинова Ю.С., Ивашова Н.Н.* Мониторинг свойств почв, находящихся в условиях лесохозяйственного использования среднетаежной подзоны Карелии // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2021. – № 6. – С.13-22.
7. *Окультуривание и повышение плодородия почв лесных питомников европейской части России* / Федеральная служба лесного хозяйства России. – М., 1994.
8. *Федорец Н.Г., Бахмет О.Н., Солодовников А.Н., Морозов А.К.* Почвы Карелии: геохимический атлас. – М.: Наука, 2008. – 46 с.
9. *Технология выращивания посадочного материала в лесных питомниках таежной зоны: Практические рекомендации для районов европейской части РСФСР* / А.П. Яковлев и др. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1980. – 57 с.
10. *Федорец Н.Г., Солодовников А.Н., Ткаченко Ю.Н.* Водно-физические и агрохимические показатели почв базисных питомников Карелии // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 8. – С. 139-144.
12. *Яковлев А.П. и др.* Система удобрения в севооборотах лесных питомников: Практические рекомендации. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1980.–48 с.

#### ASSESSMENT OF THE IMPACT OF LONG-TERM ECONOMIC ACTIVITY ACTIVITIES ON THE QUALITY OF BASIC FOREST SOILS NURSERY ON THE TERRITORY OF KARELIA

*Solodovnikov A.N., Medvedeva M.V.,*

*PhD, Institute of Forest of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*

*Currently, due to the high level of natural and man-made impact on forest ecosystems, the problem of artificial reforestation is acute. For Karelia, where up to 1 million hectares of forest area are cut down annually, obtaining high-quality planting material for coniferous trees is an urgent task. The main supplier of planting material for the restoration of destroyed forests in the area are basic forest nurseries. The quality of forest nursery products directly depends on soils as the main component of the ecosystem [3]. Soils perform a concentration-trophic function to ensure a sufficient level of nutrients for the development of plants, including planting material. However, long-term agricultural exploitation of soils leads to a change in the balance of elements-biophiles and, as a consequence, to a decrease in the yield of forest-growing material and its viability. Harmonization of relations between the main participants of the biocomplex (plants – soil – microorganisms) is possible when performing a three-pronged task: checking the current state – identifying changes – correcting negative violations. This ensures the homeostasis of the artificial ecosystem, its normal functioning, obtaining high yields [4, 11]. The purpose of these studies is to assess the quality of soils formed on acreage under seedlings of coniferous trees, and to develop recommendations for improving their fertility.*

*Keywords: forest nursery, ecosystem, Karelia, planting material.*