

Формирование притундровых лесов на карьерах строительных материалов

© 2019. И. А. Лиханова, к. б. н., н. с.,
Г. В. Железнова, д. б. н., в. н. с, Т. Н. Пыстина, к. б. н., с. н. с.,
Е. М. Лаптева, к. б. н., врио зав. отделом почвоведения,
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,
e-mail: likhanova@ib.komisc.ru

Проведён анализ восстановления растительности и почв на песчаных и супесчаных карьерах крайнесеверной тайги (притундровая зона). Выявлено, что, несмотря на значительный отпад и замедленный рост лесных культур, их посадка должна быть обязательным мероприятием при рекультивации нарушенных земель, поскольку в первые три десятилетия самовосстановительной сукцессии (эндоэкогенез) возобновление древесного яруса из хвойных пород на лёгких по гранулометрическому составу субстратах либо отсутствует, либо неудовлетворительно. На участках управляемой сукцессии (лесная рекультивация) отмечены, по сравнению с самовосстанавливающимися территориями, увеличение видового богатства фитоценозов и активность внедрившихся видов. Включение в комплекс лесной рекультивации мероприятий по улучшению субстрата (внесение торфа) существенно усиливает эти тенденции. Посадка лесных культур без дополнительных агроприёмов в условиях техногенных местообитаний притундровой зоны менее эффективна, в связи с низкой средообразующей ролью древесных растений в первые десятилетия после посадки.

Ключевые слова: крайнесеверная тайга, карьеры, песчаные и супесчаные субстраты, сукцессия, лесная рекультивация.

Formation of near-tundra forests on open pit mines

© 2019. I. A. Likhanova ORCID: 0000-0001-8781-4768*
G. V. Zheleznova ORCID: 0000-0002-8208-0838* T. N. Pystina ORCID: 0000-0003-2215-4724*
E. M. Lapteva ORCID: 0000-0002-9396-7979*
Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of RAS,
28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Komi Republic, Russia, 167982,
e-mail: likhanova@ib.komisc.ru

The restoration of vegetation and soils on open pit mines has been comparatively analyzed for the third decade of self-restored (endoeogenesis) and managed (forest reclamation) successions. The study materials are located in the Usinsk region of the Komi Republic in the far north taiga subzone (near-tundra area). The results include 52 geobotanical descriptions at sites of 100 m², as well as information on the occurrence and the partial activity of species. The cultures of *Pinus sylvestris* and *Picea obovata* have been examined; the agrochemical analysis of soils and grounds has been done. The forest reclamation forms tree layer of Va quality class coniferous species. The conservation degree is 0–60%, density – 0–3 thousand units/ha. The death causes normally are unfavorable substrate properties (poor or low-moisture substrate, contrast temperature regime) or fungal diseases like pine-leaf cast. Ground cover is dominated by typical technogenic species. We observe the appearance of newly formed species with a differentiated organic-accumulative horizon. Though forest cultures are marked through a low environment-forming role in first decade after planting, we evidence the increase in species abundance of phytocenoses and in cenotic activity of invader species, as well as intensive soil formation processes at the forest reclamation sites in contrast with the self-restored sites. The importance of pine and spruce planting is vivid through an unsatisfactory (less than 0.2 thousand units/ha) self-restoration of conifers on sandy and sandy loam pit mines of the near-tundra zone.

Keywords: far north taiga, open pit mines, sandy and sandy loam substrates, succession, forest reclamation.

Рост антропогенного воздействия на таёжные регионы в связи с добычей полезных ископаемых и неуклонное увеличение площади нарушенных земель требуют разработки эффективных методов лесной рекультивации [1, 2]. Для восстановления экосистем на малопродуктивных песчаных грунтах требуется значительный период времени [3]. Эндозоогенез заторможен в связи с подверженностью их эрозии, контрастностью температур поверхностного слоя, низкой влагоёмкостью и незначительным содержанием элементов питания. Сочетание этих условий с суровым климатом обуславливает медленное восстановление лесных экосистем на территории крайнесеверной тайги [4]. Ускорить их формирование можно приёмами создания лесных культур. Однако особенности лесной рекультивации техногенных песчаных грунтов в биоклиматических условиях таёжной зоны Европейского Севера рассмотрены недостаточно [5].

Цель работы – оценить эффективность лесной рекультивации песчаных и супесчаных карьеров на территории крайнесеверной тайги европейского северо-востока России с применением приёмов улучшения субстрата и без них.

Материалы и методы исследований

Объекты исследования расположены в Усинском районе Республики Коми. Рас-

сматриваемая территория относится к Лая-Адзвинскому округу Печорской лесорастительной провинции Восточно-Европейской притундровой области [6]. Здесь преобладают редкостойные еловые и елово-берёзовые леса (сомкнутость крон 0,3–0,5, высота деревьев 8–15 м, бонитет Va). На песках и супесях произрастают как сосняки, так и ельники. Почвенный покров представлен сочетаниями подзолов и торфяно-подзолов иллювиально-гумусово-железистых.

В 2008–2013 гг. обследованы 6 участков на территории трёх карьеров площадью 30 (карьер 8), 15 (17) и 50 (11) га (табл. 1). Разработку карьеров завершили в 1983 (карьер 17), 1985 (8) и 1987 (11) гг. Растительный покров вблизи карьеров представлен ельниками зелёномошными или долгомошными (5Е2Л2Б1С, 7ЕЗБ, высота 13 м, запас 80 м³/га, бонитет Va) и сосняками лишайниково-зелёномошными (4С3Л2Е1Б, высота 11 м, запас 70 м³/га, бонитет Va). Песчаные субстраты карьеров 8 и 17 однородны до глубины 1 м. В карьере 11 супесчаные отложения подстилаются с глубины 0,2–0,5 м песками, либо песчано-гравийными породами. Технический этап рекультивации заключался в планировке поверхности. Участки 1 и 2 оставили на самозарастание. На участках 3–6 провели биологический этап, который включал посадку 1–3-летних семян хвойных пород с открытой корневой системой, а также черенков ивы (табл. 1). Улучшение свойств

Таблица 1 / Table 1

Характеристика обследованных участков / Description of the study sites

Участок Site	Карьер Open pit mine	Субстрат Substrate*	Площадь участка, га Area, ha	Год посадки Planting year	Посадочный материал/густота посадки, шт./га Planting material/planting density, units/ha
Участки самозарастания / Self-restored sites					
1	8	3–6	18	–	–
2	11	13–15	20	–	–
Участки с посадкой лесных культур без улучшения субстрата Sites with planted forest cultures without substrate improvement					
3	8	3–6	2	1991 (<i>Salix</i>)** 2001 (<i>Pinus</i>)	<i>Salix</i> sp. / 5000 <i>Pinus sylvestris</i> / 2200
4	17	3–6	15	1985	<i>P. sylvestris</i> / 5000
5	11	13–14	30	1992	<i>Picea obovata</i> / 4000
Участок с посадкой лесных культур с предварительным внесением торфа Site with planted forest cultures and previous peat application					
6	8	3–6	10	1990 (<i>Pinus</i>) 1991 (<i>Picea</i>)	<i>P. sylvestris</i> / 5000 <i>P. obovata</i> / 4500

Примечание: * – содержание частиц < 0,01 мм, % в верхнем слое субстрата; ** – в скобках указана высаженная в данный год порода; «–» – посадка лесных культур не производилась.

Note: * – content of particles < 0.01 mm, % in the upper substrate layer; ** – brackets indicate a tree species planted in the corresponding year; “–” – no planting.

субстрата (нанесение слоя торфа мощностью 5 см) выполнили только на участке 6 в 1990 г.

Выполнили 52 геоботанических описания растительных сообществ карьеров на площадках в 100 м² с оценкой состояния лесных культур. Для каждого из отмеченных видов растений и лишайников определяли встречаемость и рассчитывали парциальную активность видов (произведение встречаемости вида на среднее проективное покрытие (ПП) вида на пробных площадях). Агрохимический анализ почв и почвогрунтов проводили по общепринятым методикам [7]. Образцы растений и лишайников хранятся в УНУ «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (СΥΚΟ)».

Результаты и обсуждение

На карьерах отмечено 115 видов сосудистых растений (табл. 2), что составляет 32% локальной флоры Усинска [8]. Преобладающие семейства – Роасеае (17 видов), Asteraceae (15), Сурераеае (11), Salicaceae (10), Ericaceae (9). По сравнению с локальной флорой нарушился порядок размещения мест между ведущими семействами ниже трёх первых, уменьшилась доля одно-двулетних растений (с 12 до 8%) и увеличилась – деревянистых видов (с 14 до 26%). В сообществах карьеров преобладают лесные виды (41%), ниже процент участия болотных и прибрежно-водных (26%), луговых (16%), сорно-луговых (11%), сорных (3%). На участках отмечены 33 вида листостебельных мхов, 31 вид лишайников. Улучшение субстратных условий в ряду песок – супесь – оторфованный субстрат способствовало увеличению общего числа видов (табл. 2).

Очень низкая активность внедряющихся видов отмечена на участке 1, оставленного на

самозаращение (табл. 3). К концу третьего десятилетия эндоэкогенеза территория либо полностью лишена растительного покрова и представляет собой перевиваемые пески, либо занята пионерными сообществами. Характерны эрозионные овраги, на дне которых описаны ивняки пушицевые.

При самозаращении супесчаного субстрата (участок 2) активность видов выше (табл. 3). Здесь отмечены пионерные сообщества, разреженные ивняки иван-чаево-полевохвоцевые, ивняки и березняки разнотравно-луговомятликовые и разнотравно-дернистошучковые. Высота деревьев и кустарников 1–2,5 м, густота – 1–5 тыс. шт./га. Количество самосева сосны и ели незначительно (не более 0,2 тыс. шт./га). Сообщества формируют в основном виды, характерные для начальных стадий восстановительных сукцессий [9–12]. Видовая насыщенность сообществ составляет 5–15 видов на 100 м². Следует отметить, что в Западной Сибири на песчаных субстратах средней и северной тайги формирование замкнутых фитоценозов с доминированием сосны или берёзы (общее ПП 90%) наблюдалось уже на 9–12 гг. самовосстановительной сукцессии [9], на дренированных песках в условиях северной тайги несомкнутый сосновый фитоценоз (общее ПП 5–15%) формировался на 10–20 г. эндоэкогенеза [10].

Посадка культур сосны и ели без улучшения субстрата способствует формированию древесного яруса. На участках 3 и 4 ярус представлен только культурами, на участке 5 – также самосевом берёзы (табл. 3). Темпы роста культур сосны и ели соответствуют Va классу бонитета (рис. 1), что характерно для естественных молодняков в данных биоклиматических условиях [6]. Сохранность сосны на дренированном участке 3 ниже, чем на более влажном участке 4 (рис. 2). Отпад хвой-

Таблица 2 / Table 2

Число видов на участках / Number of species at sites

Группы/ Groups		Участок, № / Site, No.						Всего Total (52)
		1 (6)*	2 (10)	3 (9)	4 (9)	5 (9)	6 (9)	
Сосудистые растения / Vascular plants (Жизненная форма / Living form):	деревья / trees	2	8	4	6	9	8	9
	кустарники / shrubs	3	8	4	2	9	8	11
	кустарнички / dwarf shrubs	1	5	3	4	5	9	9
	травы многолетние / perennial grasses	35	29	21	25	48	44	77
	травы одно-, двулетние / annual and biennial grasses	5	6	3	4	8	5	9
Мхи / Mosses		15	18	9	12	18	22	33
Лишайники / Lichens		5	9	13	16	12	30	31

Примечание/ Note: * – число описаний / Amount of descriptions.

Таблица 3 / Table 3

Виды, характеризующиеся высокой встречаемостью или/и активностью
Often-met or/and highly active species

Вид Species	Встречаемость / Occurrence						Активность / Activity					
	Участок, № / Site, No.											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Древесный ярус / Tree layer												
<i>Betula pubescens</i>	0,1	0,6	0,2	0,8	0,7	1	0,2	4,4	0,7	1,6	10,4	15,6
<i>Larix sibirica</i>	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,9	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	8,5
<i>Pinus sylvestris</i>	–	0,1	0,4	0,8	0,1	0,2	–	0,0	5,3	20,6	0,0	0,0
<i>Picea obovata</i>	–	0,1	0,1	–	0,7	0,2	–	0,0	0,0	–	8,8	2,1
Кустарниковый ярус / Shrubby layer												
<i>Salix phylicifolia</i>	0,2	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,4	1,8	8,3	1,4	3,4	10,4
<i>S. dasyclados</i>	0,2	0,2	0,7	0,4	0,6	0,4	0,2	0,4	7,6	1,1	1,4	6,0
<i>S. caprea</i>	0,2	0,4	0,2	0,6	0,6	1,0	0,2	5,6	0,7	1,2	8,4	37,2
Травяно-кустарничковый ярус / Grassy and dwarf shrubby layer												
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	0,8	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,8	10,6	1,4	0,9	12,1	7,2
<i>Equisetum arvense</i>	0,6	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0	0,8	2,0	0,8	0,3	3,0	1,0
<i>Festuca ovina</i>	0,8	0,8	0,8	0,4	0,7	0,9	1,8	7,8	2,3	1,2	7,6	20,0
<i>Hieracium umbellatum</i>	0,6	0,6	0,6	0,1	0,6	0,8	0,4	1,2	0,4	0,0	3,3	3,8
<i>Solidago virgaurea</i>	–	0,6	0,5	0,2	0,6	0,9	–	0,2	0,2	0,0	0,3	3,1
<i>Avenella flexuosa</i>	–	0,2	0,3	0,9	0,1	0,9	–	0,0	0,1	1,1	0,0	5,7
<i>Deschampsia cespitosa</i>	0,1	0,4	0,1	0,2	0,6	1	0,0	1,4	0,0	0,4	6,6	2,4
<i>Calamagrostis epigeios</i>	0,2	0,2	0,4	0,6	0,4	0,2	1,0	0,4	1,8	0,2	0,2	0,0
<i>Vaccinium uliginosum</i>	–	0,1	0,1	0,7	0,1	0,8	–	0,0	0,0	1,4	0,0	0,5
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	–	0,1	–	0,7	0,3	0,7	–	0,0	–	1,4	0,0	3,0
<i>Tussilago farfara</i>	0,1	0,8	0,2	0,1	0,9	0,4	0,0	1,6	0,5	0,0	6,4	0,1
<i>Equisetum sylvaticum</i>	–	0,2	0,1	0,3	0,3	0,8	–	0,0	0,0	0,6	0,1	0,5
<i>Poa pratensis</i>	0,1	0,8	0,1	–	0,7	0,9	0,0	1,6	0,0	–	3,5	0,6
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,0
<i>Hieracium altipes</i>	–	0,2	0,1	–	0,6	0,9	–	0,1	0,0	–	0,3	3,1
<i>Crepis tectorum</i>	0,4	0,2	0,6	0,1	0,3	0,2	0,4	0,6	0,4	0,0	0,1	0,0
<i>Erigeron acris</i>	–	–	0,1	–	0,6	0,8	–	–	0,0	–	0,3	1,5
<i>Euphrasia frigida</i>	–	0,2	0,1	0,3	0,3	0,7	–	0,1	0,0	0,1	0,1	0,4
<i>Omalotheca sylvatica</i>	–	–	0,1	–	0,3	1	–	–	0,0	–	0,1	2,5
<i>Vaccinium myrtillus</i>	–	0,1	–	0,3	0,1	0,7	–	0,0	–	0,1	0,0	0,4
<i>Agrostis tenuis</i>	0,1	0,4	–	0,2	0,3	0,7	0,0	0,8	–	0,0	1,1	1,5
<i>Lycopodium annotinum</i>	–	–	–	0,4	–	0,7	–	–	–	0,1	–	0,4
<i>Carex ericetorum</i>	0,4	–	0,6	0,1	–	0,2	0,1	–	0,5	0,0	–	0,0
<i>Festuca rubra</i>	–	–	0,1	0,1	0,4	0,4	–	–	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Rumex acetosella</i>	–	–	0,2	0,2	–	0,6	–	–	0,0	0,0	–	0,2
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	–	–	0,1	0,1	–	0,8	–	–	0,0	0,0	–	1,1
<i>Orthilia secunda</i>	–	–	–	–	0,1	0,7	–	–	–	–	0,0	0,4
<i>Antennaria dioica</i>	–	–	–	0,1	0,1	0,6	–	–	–	0,0	0,0	0,3
<i>Andromeda polifolia</i>	–	–	–	–	–	0,7	–	–	–	–	–	3,4
Мохово-лишайниковый ярус / Mossy-lichen layer												
<i>Ceratodon purpureus</i>	0,2	0,6	0,5	1	0,7	0,9	0,0	20,5	3,6	7,2	35,6	2,7
<i>Polytrichum piliferum</i>	0,2	–	0,5	0,8	0,1	0,6	0,0	–	4,4	6,2	0,3	4,2
<i>P. juniperinum</i>	–	–	0,5	0,8	–	1	–	–	0,5	13,8	0,0	36,2
<i>Pleurozium schreberi</i>	–	–	0,1	0,3	0,4	0,8	–	–	0,0	0,6	0,1	1,8
<i>Stereocaulon paschale</i>	0,1	–	0,3	0,4	0,3	0,2	0,0	–	0,7	1,6	0,1	0,0
<i>Bryum</i> sp.	0,1	0,6	0,4	0,2	0,6	0,4	0,0	0,8	0,2	0,4	1,5	0,1
<i>Cladonia cornuta</i>	–	0,2	0,2	0,1	0,3	0,8	–	0,0	0,1	0,0	0,1	0,5
<i>C. arbuscula</i>	0,1	–	0,3	0,6	–	0,8	0,0	–	0,1	0,2	0,0	0,5
<i>C. rangiferina</i>	0,1	–	0,2	0,2	–	0,8	0,0	–	0,0	0,0	–	0,5
<i>C. gracilis</i> ssp. <i>gracilis</i>	–	–	0,1	0,3	–	0,7	–	–	0,0	0,6	–	0,4
<i>Brachythecium</i> sp.	–	0,2	–	–	0,3	0,6	–	0,0	–	–	0,1	0,3
<i>Peltigera rufescens</i>	–	0,6	–	–	0,6	0,2	–	4	–	–	7,8	0,8

Примечание / Note: «–» – вид не отмечен / species not found.

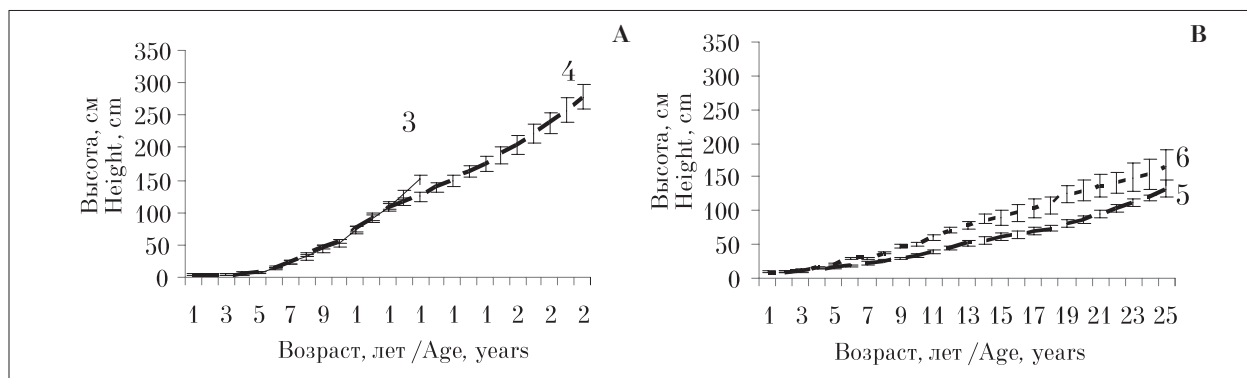


Рис. 1. Динамика роста культур сосны (А) и ели (В) на участках 3–6. Планками погрешности показаны границы доверительного интервала при $p = 0,95$
Fig. 1. The growth dynamics of pine (A) and spruce (B) cultures at sites 3–6. Error bars show confidence limit on $p = 0.95$

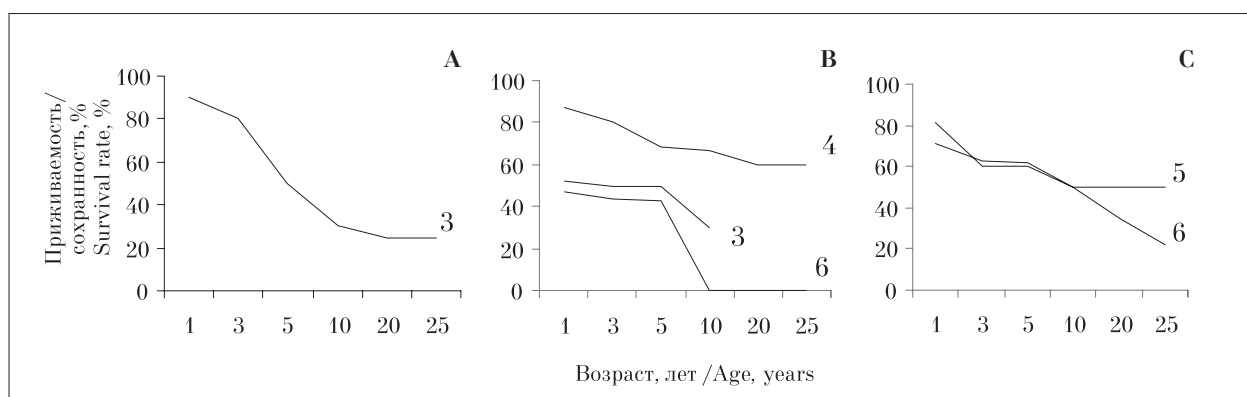


Рис. 2. Приживаемость/сохранность культур ивы (А), сосны (В), ели (С) на участках 3–6
Fig. 2. The survival rate of willow (A), pine (B), spruce (C) cultures at sites 3–6

ных пород обусловлен не только субстратными условиями, но и грибными заболеваниями типа шютте. На участках 3 и 5 сформирован кустарниковый ярус, в первом случае – посадкой черенков ив, во втором – самосевом. Напочвенный покров участков 3 и 4 с песчаными субстратами формируют нетребовательные к субстратным условиям мхи (ПП 20–30%); роль сосудистых растений незначительна. На супеси (участок 5) сформирован травяно-кустарничковый ярус (ПП до 40%); ПП мохово-лишайникового покрова достигает 50%. Видовая насыщенность сообществ – 13–17 видов на 100 м². Характерны слабо-развитые почвы с маломощным гумусово-аккумулятивным горизонтом (табл. 4).

Внесение торфа на поверхность субстрата участка 6 способствовало значительному увеличению активности видов (табл. 3). Несмотря на массовую гибель высаженной сосны от болезни снежное шютте и низкую сохранность культур ели (рис. 2), улучшение свойств субстрата активизировало формирование древесного яруса за счёт внедрения берёзы (густота

2–4 тыс. шт./га, высота 4 м). Самосев сосны и ели незначителен (до 0,1 тыс. шт./га). Развиты кустарниковый (густота 6 тыс. шт./га, высота 2,5–4,5 м), травяно-кустарничковый (ПП 60%) и мохово-лишайниковый (ПП 50%) ярусы. Видовая насыщенность сообществ достигает 40 видов на 100 м². Органостраты в ходе сукцессии преобразовались в псаммозёмы гумусово-стратифицированные. В их профиле сформировался грубогумусовый горизонт, слой торфа преобразовался в гумусово-стратифицированный горизонт с благоприятными для роста растений агрохимическими показателями (табл. 4).

Таким образом, сформированные в третьем десятилетии управляемой сукцессии сообщества карьеров подзоны крайнесеверной тайги имеют мало общего со сведёнными на их месте сосняками и ельниками. Лесная рекультивация способствует созданию древесного яруса из хвойных пород, но его развитие в связи с особенностями биоклиматических условий замедленно. В напочвенном покрове доминируют виды, характерные для техно-

Таблица 4 / Table 4

Агрохимические показатели субстратов и почв
Agrochemical parameters of substrates and soils

Участок, горизонт, глубина, см Site, horizon, depth, cm	Полевая влажность, % Field moisture content, %	рН _{водн.} рН _{water}	С _{орг.} C _{org.} , %	N _{hydr.}	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ca ²⁺	Mg ²⁺
				мг/100 г в.с.п. mg/100 g a.d.s.			ммоль/100 г в.с.п. mmol/100 g a.d.s.	
<i>Субстраты участков до проведения посадок лесных культур</i> <i>Substrates at sites before planting of forest cultures</i>								
4 С 0–30	7–16	5,8	0,2	0,4	1,8	9,1	1,1	0,3
5 С 0–20	14–24	6,9	0,7	1,2	2,5	12,0	4,2	1,0
5 С (20–40)	5–9	7,0	0,3	0,4	2,5	10,1	7,6	1,3
6 С 0–30	4–8	5,9	0,2	0,1	2,3	7,4	0,2	0,2
6 торф / peat*	–	4,3	35,9	16,8	2,1	0,8	23,1	3,3
<i>Субстраты/почвы участков в третьем десятилетии сукцессии</i> <i>Substrates/soils at sites in the third decade of succession</i>								
Нулевая стадия почвообразования / Zero soil formation stage								
1 С 0–5	3,1–5,9	5,1	0,2	0,8	2,2	10,8	0,7	0,3
1 С 5–10	4,4–5,3	5,0	0,1	0,6	2,2	11,4	0,6	0,3
1 С 10–40	4,5–4,8	5,0	0,1	0,9	2,2	11,7	0,5	0,2
Псаммозёмы гумусовые типичные / Humus typical Psammozems								
4 W 0–1	–	4,6	1,2	2,2	12,5	5,9	1,3	0,6
4 С 1–5	7,1–16,2	5,0	0,1	1,3	2,1	14,6	0,7	0,4
4 С 5–20	7,0–17,4	5,7	0,2	1,5	4,4	15,6	1,3	0,7
4 С 20–40	11,1–22,6	5,9	0,1	2,0	3,0	17,9	1,0	0,6
5 W 0–1	13,5–20,1	6,2	2,1	4,8	13,4	5,0	11,4	2,1
5 WC 1–5	19,3–25,3	6,8	1,0	2,0	5,2	7,8	6,1	1,0
5 С 5–30	21,7–27,1	7,0	0,7	1,0	2,5	10,1	5,6	1,0
5 D 30–40	–	6,9	0,3	0,4	1,8	12,0	7,9	1,3
Псаммозём гумусово–стратифицированный / Humus-stratified Psammozem								
6 АО 0–1	–	5,6	22,4	30,4	189,5	32,0	8,5	3,6
6 АСrh 1–5	31,7–50,7	4,9	8,1	3,6	17,6	5,1	7,5	2,3
6 АСrh 5–11	32,3–69,0	4,5	5,0	3,6	7,9	8,4	4,3	1,1
6 С 11–23	9,4–15,6	4,9	0,6	1,5	3,7	14,0	1,6	0,6
6 С 23–30	6,2–12,3	5,1	0,6	0,6	4,2	14,0	0,9	0,5

Примечание: * – приведены химические свойства торфа, использованного для проведения рекультивации.
Note: * – given chemical properties belong to peat driven from outside for recultivation purposes.

генных местообитаний. В новообразованных почвах дифференцируются только органо-аккумулятивные горизонты. Несмотря на значительный отпад и низкие темпы роста лесных культур, их посадка должна входить в обязательное мероприятие при рекультивации нарушенных земель, поскольку в первые три десятилетия эндоэкогенеза возобновление древесного яруса из хвойных пород на лёгких по своему гранулометрическому составу субстратах либо отсутствует, либо неудовлетворительно. Особое внимание в системе ухода за культурами необходимо уделять мероприятиям по борьбе с патогенными грибами.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИБ Коми НЦ УрО РАН «Выявление общих закономерностей формирования и функционирования торфяных почв на территории Арктического и Субарктического секторов европейского Северо-Востока России» (номер госрегистрации: АААА-А17-117122290011-5).

Литература

1. Macdonald S.E., Landhäuser S.M., Skousen J., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D.F., Quideau S. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions // *New Forests*. 2015. No. 46. P. 703–732.

2. Zipper C., Burger J., Skousen J., Angel P., Barton C., Davis V., Franklin J. Restoring forests and associated ecosystem services on Appalachian coal surface mines // *Environmental Management*. 2011. No. 47. P. 751–765.

3. Chen H.Y.H., Biswas S.R., Sobey T.M., Brassard B.W., Bartels S.F. Reclamation strategies for mined forest soils and overstorey drive understory vegetation // *Journal of applied ecology*. 2017. No. 55 (2). P. 926–936.

4. Железнова Г.В., Кузнецова Е.Г., Евдокимова Т.В., Турубанова Л.П. Мониторинг формирования растительного покрова на техногенно-нарушенных территориях Усинского нефтяного месторождения // *Экология*. 2005. № 4. С. 269–274.

5. Капелькина Л.П., Казаков Л.А. Лесные культуры на нефелиновых песках // *Лесное хозяйство*. 1981. № 1. С. 33–34.

6. Семенов Б.А., Цветков В.Ф., Чибисов Г.А., Елизаров Ф.П. Притундровые леса европейской части России. Архангельск: СевНИИЛХ, 1998. 332 с.

7. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.

8. Шущпанникова Г.С. Анализ конкретных флор бассейна нижнего течения реки Колвы (Кomi АССР) // *Вестник ЛГУ*. 1987. Сер. 3. Вып. 2. № 10. С. 45–53.

9. Шилова И.И. Первичные сукцессии растительности на техногенных песчаных обнажениях в нефтегазодобывающих районах Среднего Приобья // *Экология*. 1977. № 6. С. 5–14.

10. Коронатова Н.Г., Милыева Е.В. Сукцессия фитоценозов при зарастании выработанных карьеров в подзоне северной тайги Западной Сибири // *Сибирский экологический журнал*. 2011. № 5. С. 697–705.

11. Rahmonov O., Snytko V.A., Szczypek T., Parusel T. Vegetation development on post-industrial territories of the Silesian Upland (Southern Poland) // *Geography and Natural Resources*. 2013. No. 34. P. 166–173.

12. Osyczka P., Rola K. Cladonia lichens as the most effective and essential pioneers in strongly contaminated slag dumps // *Central European Journal of Biology*. 2013. No. 8 (9). P. 876–887.

References

1. Macdonald S.E., Landhäuser S.M., Skousen J., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D.F., Quideau S.

Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions // *New Forests*. 2015. No. 46. P. 703–732. doi: 10.1007/s11056-015-9506-4

2. Zipper C., Burger J., Skousen J., Angel P., Barton C., Davis V., Franklin J. Restoring forests and associated ecosystem services on Appalachian coal surface mines // *Environmental Management*. 2011. No. 47. P. 751–765. doi: 10.1007/s11056-015-9502-8

3. Chen H.Y.H., Biswas S.R., Sobey T.M., Brassard B.W., Bartels S.F. Reclamation strategies for mined forest soils and overstorey drive understory vegetation // *Journal of applied ecology*. 2017. No. 55 (2). P. 926–936. doi: 10.1111/1365-2664.13018

4. Zheleznova G.V., Kuznetsova E.G., Evdokimova T.V., Turubanova L.P. Monitoring on plant cover formation at technogenically disturbed areas of the Usinsk oil deposit // *Ecology J*. 2005. No. 4. P. 269–274 (in Russian).

5. Kapelkina L.P., Kazakov L.A. Forest cultures on nepheline sands // *Forestry J*. 1981. No. 1. P. 33–34 (in Russian).

6. Semenov B.A., Tsvetkov V.F., Chibisov G.A., Elizarov F.P. Near-tundra forests of the European part of Russia. Arkhangelsk: SevNIILKH, 1998. 332 p. (in Russian).

7. Theory and practice of soil chemical analysis / Ed. L.A. Vorobyeva. Moskva: GEOS, 2006. 400 p. (in Russian).

8. Shushpannikova G.S. The analysis of particular floras in the low stream basin of the Kolva River (Komi ASSR) // *Herald of the LSU*. 1987. Ser. 3. V. 2. No. 10. P. 45–53 (in Russian).

9. Shilova I.I. Initial vegetation successions on technogenic sandy outcrops in oil extracting areas of the Middle Ob River Region // *Ecology J*. 1977. No. 6. P. 5–14 (in Russian).

10. Koronatova N.G., Milyaeva E.V. Succession of phytocenoses in case of revegetating barrow pits in the north taiga subzone of West Siberia // *Siberian Ecological Journal*. 2011. No. 5. P. 697–705 (in Russian).

11. Rahmonov O., Snytko V.A., Szczypek T., Parusel T. Vegetation development on post-industrial territories of the Silesian Upland (Southern Poland) // *Geography and Natural Resources*. 2013. No. 34. P. 166–173. doi: 10.1134/S1875372813010137

12. Osyczka P., Rola K. Cladonia lichens as the most effective and essential pioneers in strongly contaminated slag dumps // *Central European Journal of Biology*. 2013. No. 8 (9). P. 876–887. doi: 10.2478/s11535-013-0210-0