

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 68–76.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 68–76.

Научная статья

УДК 631.4

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.008

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ ПОЧВ РЕЛИКТОВЫХ БОРОВ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ ТЕРРИТОРИЙ

Лидия Андреевна Сенькова

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

senkova_la@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-2597-662X

Аннотация. Почвами островных и ленточных боров Челябинской области являются боровые пески, расположенные на повышенных элементах рельефа среди черноземных почв в лесостепной и степной зонах. Диагностика их сложна в связи с отсутствием строгой терминологии. Почвы Кичигинского бора сформированы на тонкозернистых полиминеральных песчаных продуктах выветривания средних магматических горных пород бурого цвета. Почвы Карагайского бора образованы на осадках разрушения магматических пород кислого состава, представляющего собой крупнообломочный материал материнских пород. Такое происхождение реликтовых почв и произрастающая на них древесная растительность отразились на особенностях их свойств по отношению к зональным черноземным почвам. Количество физической глины по профилям этих почв – значимый показатель различий в гранулометрическом составе, повлиявшем на все диагностические параметры их физических и агрохимических показателей. Свойства боровых песков различаются между собой, отражая условия почвообразования, но характеризуются легким гранулометрическим составом, бедны гумусом и подвижными формами элементов питания. Черноземы, прилегающие к борам, имеют зональные признаки и свойства, сформированы на карбонатных элювиально-делювиальных отложениях, имеют более тяжелый гранулометрический состав, способны фиксировать значительное количество органического вещества и элементов питания. Показатель pH боровых песков ниже, чем в зональных почвах, прилегающих к ним, что указывает на слабое проявление процесса оподзоливания почв под лесами с хвойными породами. Формируясь в различных природных зонах, почвы Карагайского и Кичигинского боров имеют специфические различия, как и черноземные почвы, прилегающие к ним.

Ключевые слова: боровые пески, черноземы, свойства почв, гумус

Для цитирования: Сенькова Л. А. Сравнительная характеристика свойств почв реликтовых боров и прилегающих к ним территорий // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 68–76.

Original article

COMPARATIVE CHARACTERIZATION OF SOIL PROPERTIES OF RELICT FORESTS AND ADJACENT TERRITORIES

Lydia A. Senkova

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia
senkova_la@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-2597-662X

Abstract. The soils of island and ribbon bogs of the Chelyabinsk region are hog sands located on elevated relief elements among chernozem soils in the forest-steppe and steppe zones. Their diagnosis is difficult due to the lack of strict terminology. Soils of Kichiginsky boron are formed on fine-grained polymineral sandy weathering products of medium brown-colored igneous rocks. Soils of Karagayskiy boron are formed on sediments of destruction of magmatic rocks of acidic composition, representing coarse clastic material of mother rocks. Such an origin of relict soils and woody vegetation growing on them reflected in the peculiarities of their properties in relation to zonal chernozem soils. The amount of physical clay in the profiles of these soils is a significant indicator of differences in granulometric composition, which affected all diagnostic parameters of their physical and agrochemical parameters. Properties of hog sands differ among themselves, reflecting conditions of soil formation, but are characterized by light granulometric composition, poor in humus and mobile forms of nutrition elements. The black soils adjacent to the boras have zonal features and properties, formed on carbonate eluvial-deluvial sediments, have heavier granulometric composition, are able to fix a significant amount of organic matter and nutrition elements. The pH indicator of hog sands is lower than in zonal soils adjacent to them, which indicates a weak manifestation of the process of podsolization of soils under forests with conifers. Being formed in different natural zones, the soils of Karagai and Kichigin bogs have specific differences, as well as chernozem soils adjacent to them.

Keywords: hog sands, chernozems, soil properties, humus

For citation: Senkova L. A. Comparative characterization of soil properties of relict forests and adjacent territories // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 68–76.

Введение

Почва – основной природный ресурс существования и развития любого общества. Значимость почвенного покрова возрастает в связи с лесами, произрастающими на нем и имеющими огромное экологическое и хозяйственное значение. Такое взаимодействие почв и лесных насаждений важно также для познания исторического развития нашей планеты, их сохранения и восстановления. В этом плане особое значение имеют почвы ленточных и островных боров, являющихся остатками, или реликтами, перигляциальной лесостепи ледникового периода.

Почвы реликтовых боров, как и сами боры, играют важную роль в изучении почвообразовательного процесса. С одной стороны, они в своих

свойствах отражают эволюцию почв и растительного мира. По этим нетронутым эталонным участкам природы – индикаторам состояния окружающей среды – можно познать изменения за прошедшие десятилетия и столетия под интенсивным влиянием человека на природу.

С другой стороны, почвы этих боров – прекрасная основа для произрастания сосны, имеющей большое водоохранное и почвозащитное значение. В сосновых борах обитают многочисленные представители лесной флоры и фауны. Поэтому вопрос сохранения естественных экосистем ленточных и островных боров, к настоящему времени часто разрозненных, на основе достоверных данных об их состоянии является особо актуальным и требует принятия срочных мер. Изучение почв

и растительности реликтовых боров проводится в Западной Сибири (Алтайский край), на Южном Урале, в Северном и Восточном Казахстане (Парамонов, 2017; Галецкая, 2007; Фрейберг и др., 2013; Маланьин, 1989; Бугаев, Косарев, 1988). Особенно следует отметить работы А. Г. Гаеля, внесшего большой вклад в изучение песков (Гаель, Смирнова, 1999). Он продвинул ареал дерновых почв, формирующихся в субарктической, таежной и лесной зонах, в степную зону и предложил для песчаных неоподзоленных почв пристепных боров Казахстана термин дерново-боровые.

Медведев В. В. (1979), подразделяет песчаные почвы боров по минералогическому составу на номинеральные (кварцевые) и полиминеральные.

Реликтовые боры, являющиеся памятниками природы в Челябинской области, расположены как в лесостепной, так и степной зонах, на территории Зауральского пенеппена и частично в Западно-Сибирской низменности. Форма боров приурочена к выходам на поверхность плотных магматических горных пород кислого состава или продуктов их выветривания – осадочных песчаных почвогрунтов.

Объекты, цель, задачи и методика исследования

Целью исследования является изучение современного состояния почв Карагайского и Кичигинского боров, расположенных соответственно в лесостепной и степной зонах, на территории Зауральского пенеппена и частично в Западно-Сибирской низменности в пределах Челябинской области.

В задачи входило изучение почв в полевых и лабораторных условиях. Применялся основной метод исследования – комплексный экспедиционный и специальные – сравнительно-географический и сравнительно-аналитический методы. В полевых условиях проведена оценка морфологического состояния почв. Для этого заложены почвенно-геоморфологические профили с разрезами почв на характерных элементах рельефа, дано их морфологическое описание и отобраны образцы почв по генетическим горизонтам.

При изучении почв боров использовался метод сравнения этих почв с зональными почвами – чер-

ноземами, которые были сформированы в четвертичном периоде геологической истории нашей планеты. Поэтому разрезы заложены как в борах, так и на прилегающих к ним угодьях. В лабораторных условиях выполнены анализы почв. Все исследования проведены по общепринятым методикам (Принципы организации..., 1976).

Результаты и обсуждение

Основу почвенного покрова лесостепной и степной зон Челябинской области составляют почвы черноземного типа, сформированные в условиях суббореального семигумидного климата с хорошо выраженной сезонной контрастностью.

Своеобразие происхождения ленточных и островных боров и их почв в этих зонах является их важной особенностью. Образование и расположение таких почв на Южном Урале связано с историей его формирования, в том числе с историей развития здесь растительного покрова (Гельцер, 1986). Интразональность этих почв определяется их расположением в лесостепной и степной зонах. Во всех проведенных исследованиях прослеживаются различия свойств боровых песков и зональных черноземных почв.

Наибольшие расхождения наблюдаются по количеству физической глины. В почве Карагайского бора ее содержание наибольшее в верхнем горизонте АУ (10 %), чему способствуют процессы гумификации и, следовательно, повышенного биологического выветривания минеральной части. Вниз по профилю распределение тонких частиц снижается, но наблюдается их незначительное иллювиирование в переходном горизонте.

В Кичигинском бору аналогичное количество физической глины равномерно снижается вниз по профилю. При сравнении гранулометрического состава почв двух боров наблюдается одна и та же разновидность почв – песчаная, которая обладает хорошей водопроницаемостью, благоприятным воздушным и тепловым режимом.

На прилегающих к борам черноземах выщелоченных и обыкновенных содержание физической глины по профилю высокое (40–46 %), распределение по профилю неравномерное, отражающее

сложный ход их почвообразовательных процессов. При формировании этих почв на смену бедным продуктам разрушения магматических пород пришли осадочные элювиально-делювиальные карбонатные отложения, содержание физической глины в которых значительно выше, чем в материнских породах песчаных почв. Эти породы способствовали активному биологическому круговороту веществ, накоплению органического вещества и проявлению дернового процесса. В результате взаимодействия благоприятных для этого процесса факторов почвообразования сформировались черноземы выщелоченные. Их профиль более дифференцирован по морфологическим признакам, составу и свойствам по сравнению с легкими почвами боров.

Плотность сложения в песках составляет 1,25–1,34 г/см³, что является оптимальным для легких почв. Увеличение плотности по профилю равномерное. Низкая плотность сложения нижних горизонтов связана со скелетностью минеральной части. На прилегающей территории у черноземов выщелоченных изменение плотности сложения неравномерное. Наибольший показатель наблюдается в горизонте ВЕL и объясняется иллювиацией, характерным для процесса выщелачивания.

Близкие показатели плотности сложения песков Карагайского бора и прилегающих к бору зональных почв свидетельствуют о генетической связи их почвообразующих пород, но претерпевающих ряд изменений в процессах выветривания и почвообразования. Так, увеличение плотности сложения в черноземе выщелоченном обусловлено процессом выщелачивания, а в черноземе обыкновенном – осолонцеванием.

Плотность твердой фазы в почвах Карагайского и Кичигинского боров практически не отличается и составляет 2,6–2,8 г/см³, что свидетельствует о повышенном содержании минералов и низком содержании органического вещества во всех горизонтах этих почв. На прилегающих территориях в зональных почвах в верхних горизонтах плотность твердой фазы составляет 2,48–2,52 г/см³, отражая накопление гумуса. В материнской породе плотность твердой фазы повышается до значений, характерных для боровых песков. Это свидетель-

ствует о генетической связи почв боров и почв прилегающих к ним черноземов.

В почве Карагайского бора и в черноземе выщелоченном прилегающей территории показатели пористости высокие – 53–48 и 50–48 % соответственно. Такие почвы обладают хорошими физическими, водными и воздушными свойствами.

Зональные черноземные почвы, прилегающие к Кичигинскому бору, имеют удовлетворительную пористость, а боровые пески в слабо выраженном горизонте ЕL имеют пониженный показатель (40–37 %), при котором могут нарушаться воздухообмен и водопроницаемость. Однако в легких почвах пористость может быть представлена крупными порами, способными свободно пропускать воду под действием гравитационных сил (Роде, 1977).

Физические свойства боровых песков Карагайского бора по статистическим показателям имеют большее варьирование в переходных к материнской породе горизонтах, чем в аналогичных почвах Кичигинского бора. Эта особенность свойств почв может быть связана с различием в степени выветривания плотных магматических пород.

Значительного варьирования физических свойств черноземных почв, контактирующих с борами, не прослеживается.

Агрохимические показатели почв боров значительно отличаются от таковых черноземных и серых лесных почв прилегающей к борам территории.

В боровых песках Карагайского и Кичигинского боров содержание гумуса низкое и составляет 2,38 и 3,13 % соответственно.

Распределение гумуса по профилям почв также различно, что связано с различными почвообразовательными процессами в этих почвах (рис. 1–2). Так, в Карагайском бору в почве наблюдается снижение содержания гумуса в горизонте А₁А₂ (ЕL) до 1,00 %, а в горизонте А₂В (ВЕL) происходит его передвижение и иллювиация до 2,70 % (см. рис. 1).

Этому способствует понижение показателя рН до 5,5. Все это, наряду с другими свойствами, свидетельствует о протекании процесса оподзоливания.

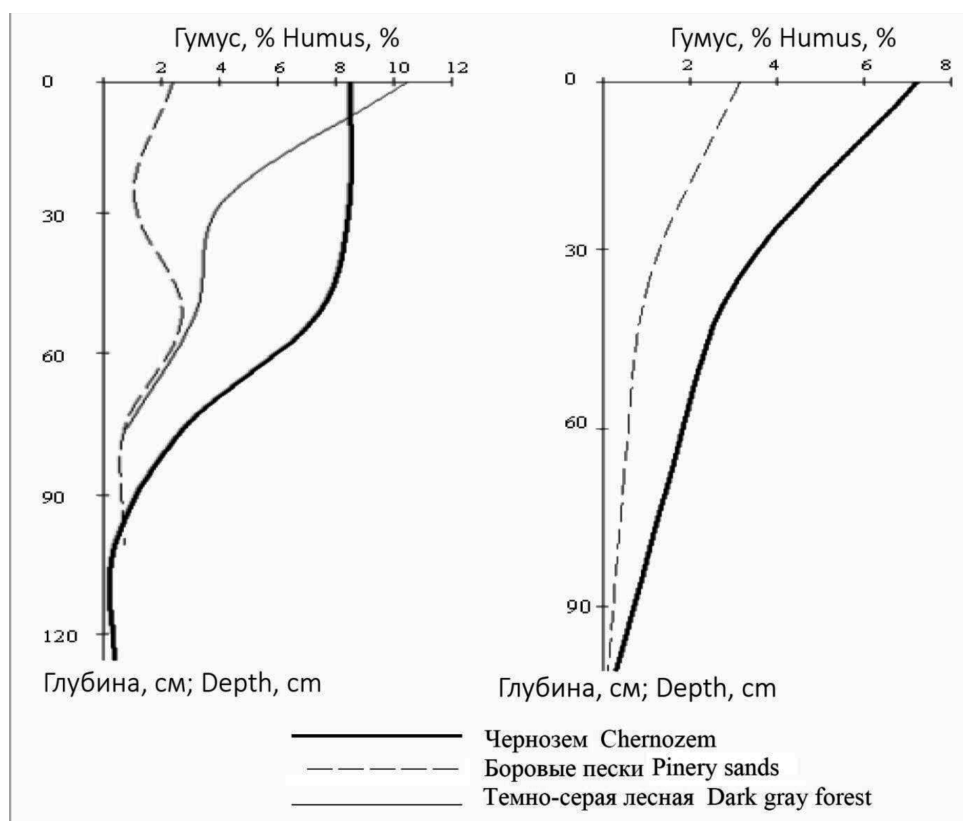


Рис. 1. Содержание гумуса в почвах Карагайского бора и его периферии
 Fig. 1. Humus content in the soils of the Karagai pinery and its periphery

Рис. 2. Содержание гумуса в почвах Кичигинского бора и его периферии
 Fig. 2. Humus content in soils of the Kichigin pinery and its periphery

Такое явление, хотя и негативное с точки зрения плодородия почв, но в зоне лесостепи и степи с лимитированным режимом увлажнения обеспечивает корневые системы древесных растений элементами жизни.

Такой механизм приспособления питания растений выработан в таежно-лесной зоне на низко плодородных подзолистых и дерново-подзолистых почвах.

В Кичигинском бору распределение гумуса по профилю почв более равномерное, иллювиирование весьма слабое (см. рис. 2). Следовательно, процесс оподзоливания отчетливо не выражен, что подтверждают данные анализов плотности сложения, пористости и реакции среды ($pH = 6,5$) в переходном горизонте В.

На прилегающих к борам черноземах содержание гумуса высокое, соответствующее зональному значению (см. рис. 1–2).

Расположение реликтовых боров в различных природных зонах, их материнские породы незна-

чительно повлияли на запасы гумуса в их почвах (рис. 3). В то же время на прилегающих к борам зональных почвах эти показатели различны и подчиняются современным закономерностям. Так, если в контактных с Карагайским бором черноземах выщелоченных лесостепи запасы гумуса по профилю составляют 721 т/га, то в черноземах обыкновенных степной зоны, в зоне расположения Кичигинского бора, всего 314 т/га (см. рис. 3).

Произрастание в борах хвойных лесных пород, мхов и лишайников при слабо развитой травянистой растительности отразилось на актуальной реакции почвенной среды (рис. 4).

Показатель $pH = 6,5$ песков Карагайского бора обусловлен поверхностным распределением системы господствующей древесной растительности, при котором усвояемость фосфора максимальна.

Наименьшим показателем pH (5,6) в боровых песках этого бора характеризуется горизонт ВЕL, который является, по-видимому, горизонтом современного процесса слабого оподзоливания.

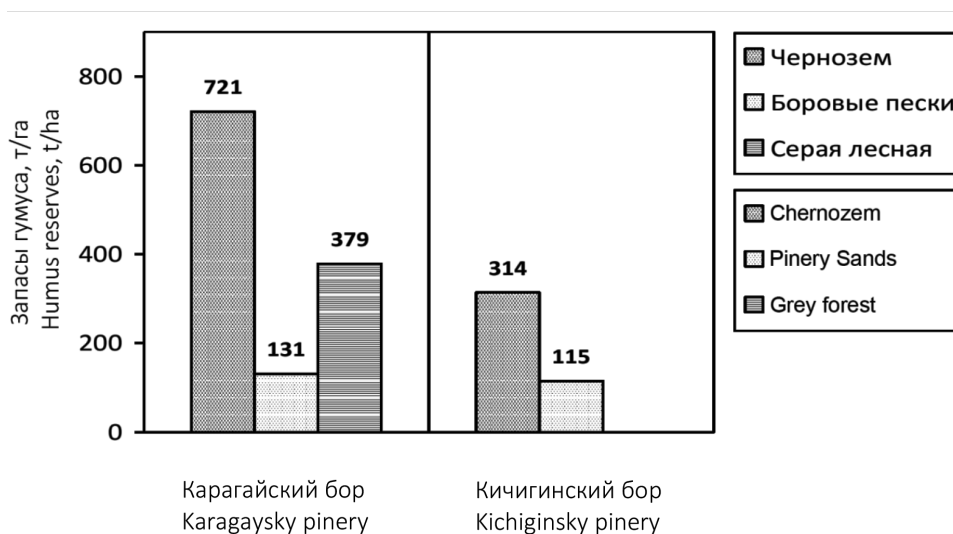


Рис. 3. Запасы гумуса в почвах боров и прилегающих к ним территории
 Fig. 3. Humus reserves in soils of pinery and adjacent territories

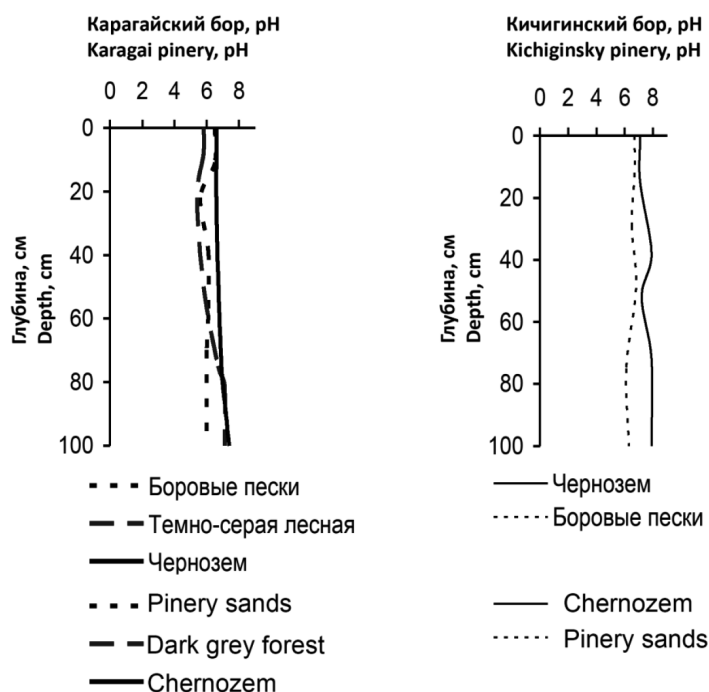


Рис. 4. Актуальная реакция среды в почвах боров и прилегающих к ним территорий
 Fig. 4. Actual environmental response in soils of pinery and adjacent areas adjacent territories

Зональные черноземы выщелоченные имеют реакцию среды, близкую к нейтральной, что объясняется процессом выщелачивания в верхних горизонтах и иллювиирования карбонатов в переходных горизонтах.

В почве Кичигинского бора показатель pH в горизонте А0 близок к таковому песков Карагайского бора и равен 6,0. Однако в этой почве наблю-

дается увеличение кислотности в горизонте ЕL, что объясняется проявлением слабого процесса оподзоливания, связанного с преимущественно кварцевым его составом. Вследствие этого кислые продукты не могут удерживаться, а передвигаются с током воды и фиксируются ниже по профилю.

В черноземах обыкновенных реакция среды нейтральная в гумусовом горизонте. Гумус имеет

способность связывать кальций, следовательно, и формировать горизонт АУ с реакцией среды, близкой к нейтральной. Однако уже в иллювиальном горизонте реакция среды резко возрастает ($pH=7,9$), что связано с иллювируванием карбонатов из материнских элювиально-делювиальных пород, обогащенных карбонатами кальция, которые отчетливо обнаруживаются морфологически в профиле почвы.

Таким образом, показатель pH боровых песков ниже, чем в зональных почвах, прилегающих к ним, что указывает на слабое проявление процесса оподзоливания.

Обеспеченность боровых песков подвижными элементами питания слабая (таблица).

Содержание и распределение легкогидролизуемого азота по профилю почв аналогично таковым в гумусе.

Обеспеченность подвижным фосфором боровых песков обусловлена слабой биологической аккумуляцией этого элемента при низком его со-

держании в материнских породах, образованных из гранитов.

В черноземах выщелоченном и обыкновенном, прилегающих к реликтовым борам, содержание подвижных элементов питания растений соответствует зональным черноземным почвам. Однако в черноземе обыкновенном содержание подвижного фосфора в верхнем горизонте ниже в 4–5 раз по сравнению с черноземом выщелоченным вследствие выраженной химической поглотительной способности этой почвы, образованной на сильно карбонизированной почвообразующей породе. Резкое снижение содержания фосфора вниз по профилю также обусловлено содержанием карбонатов в почвах. Взаимодействие соединений фосфора и карбонатов дает нерастворимые и, следовательно, недоступные растениям соли.

В Кичигинском бору выделяется верхний горизонт с высоким содержанием подвижного калия (до 260,00 мг/кг почвы). Сильная степень выветривания материнских пород и ослабленный процесс

Содержание подвижных форм элементов питания почв боров и их периферии
Content of mobile forms of nutrition elements in soils of bogs and their periphery

Глубина, см Depth, cm	Содержание подвижных форм, мг/кг Content of mobile forms, mg/kg			Глубина, см Depth, cm	Содержание подвижных форм, мг/кг Content of mobile forms, mg/kg		
	N л. г. N l. g.	P ₂ O ₅	K ₂ O		N л. г. N l. g.	P ₂ O ₅	K ₂ O
Карагайский бор Karagayskiy pinery				Кичигинский бор Kichigin pinery			
Боровые пески Pinery sands				Боровые пески Pinery sands			
4–17	101,00	16,30	42,00	4–16	70,30	60,50	260,00
17–26	21,90	11,50	39,00	16–36	23,00	31,12	55,11
26–55	21,90	10,20	61,50	36–58	16,10	45,90	41,72
55–65	21,90	9,50	52,50	58–91	20,20	57,57	62,50
65 и >	–	7,50	51,30	91 и >	–	–	–
Чернозем выщелоченный Leached black soil				Чернозем обыкновенный Ordinary black soil			
5–50	151,30	120,00	128,00	3–27	102,29	73,70	124,63
50–95	74,10	54,15	220,35	27–49	54,40	16,50	124,04
95–110	66,70	33,75	75,55	49–56	32,02	21,81	120,50
110–132	41,00	40,00	69,00	56–90	40,20	16,02	95,00

оподзоливания в песках этого бора способствует высокому накоплению подвижного калия в верхнем горизонте, что характерно для зональных черноземных почв.

Что касается темно-серой почвы листового леса, расположенного по периферии Карагайского бора, то интенсивное развитие травянистой и древесной растительности здесь способствовало высокому накоплению гумуса и азота. Биологическая активность этих почв способствовала на определенном этапе эволюции активному биологическому выветриванию.

Результатом явились оптимальное содержание физической глины до 25–40 % и появление благоприятных свойств. Эти почвы остаются щебнистыми, что, однако, не снижает их экологическую значимость.

Выводы

По физическим свойствам, содержанию и запасам гумуса, питательным веществам почвы реликтовых боров значительно уступают зональным черноземам, которые имеют более тяжелый гранулометрический состав, сформированы на карбонатных отложениях и способны фиксировать значительное количество органического вещества и элементов питания. Этот факт свидетельствует о большей подверженности деградации почв, особенно эрозионным процессам, и растительности боров не только под влиянием антропогенной нагрузки, но даже естественных факторов лесостепной и степной зон. Исследование комплекса природной обстановки и «памяти почв» таких боров способствует своевременному применению мер по их защите.

Список источников

- Бугаев В. А., Косарев Н. Г. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края. Барнаул : Алтайск. кн. изд-во, 1988. 312 с.
- Гаель А. Г., Смирнова Л. Ф. Пески и песчаные почвы. М. : Геос, 1999. 252 с.
- Галецкая Г. А. Влияние антропогенных факторов на возобновление сосны обыкновенной в ленточных борах Алтайского края : дис. ... канд. с.-х. наук / Галецкая Галина Анатольевна. Барнаул, 2007. 138 с.
- Гельцер Ф. Ю. Ленточные боры. М. ; Л. : Наука, 1986. 149 с.
- Маланьин А. Н., Сметана Н. Г. Островные боры Северного Казахстана. Алма-Ата : Наука, 1989. 216 с.
- Медведев В. В. Оптимальные агрофизические параметры почв // Агрохимия и почвоведение. Киев : Урожай, 1979. 175 с.
- Парамонов Е. Г., Рыбкина И. Д. Ленточные боры Алтая в период потепления климата // Устойчивое лесопользование. 2017. № 3 (51). С. 33–39.
- Принципы организации и методы стационарного изучения почв / отв. ред. А. А. Роде. М. : Наука, 1976. 305 с.
- Роде А. А. Почвоведение. М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1977. 256 с.
- Фрейберг И. А., Залесов С. В., Терин А. А. Совершенствование технологии восстановления хвойных насаждений // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. URL: <https://inlnk.ru/G6ZAOe> (дата обращения: 10.10.2023).

References

- Bugaev V. A., Kosarev N. G. Forestry of ribbon forests of the Altai Krai. Barnaul : Altai book publishing house, 1988. 312 p.
- Freiberg I. A., Zalesov S. V., Terin A. A. Improvement of the technology of restoration of coniferous plantations // Modern problems of science and education. 2013. № 5. URL: <https://inlnk.ru/G6ZAOe> (accessed 10.10.2023).
- Gael A. G., Smirnova L. F. Sands and sandy soils. Moscow : Geos, 1999. 252 p.
- Galetskaia G. A. Influence of anthropogenic factors on the regeneration of the common pine in the ribbon forests of Altai Krai : Ph. Candidate of Agricultural Sciences. Barnaul, 2007. 138 p.

- Geltser F. Yu.* Tape borings. Moscow ; Leningrad : Nauka, 1986. 149 p.
- Malanyin A. N., Smetana N. G.* Island boras of Northern Kazakhstan. Alma-Ata : Nauka, 1989. 216 p.
- Medvedev V. V.* Optimal agrophysical parameters of soils // Agrochemistry and Soil Science. Kiev : Urozhay, 1979. 175 p.
- Paramonov E. G., Rybkina I. D.* Ribbon forests of Altai in the period of climate warming // Sustainable forest management. 2017. № 3 (51). P. 33–39. (In Russ.)
- Principles of organization and methods of stationary study of soils / ed. by A. A. Rode. Moscow : Nauka, 1976. 305 p.
- Rode A. A. Soil science. Moscow ; Leningrad : Goslesbumizdat, 1977. 256 p.

Информация об авторе

Л. А. Сенькова – доктор биологических наук, доцент.

Information about the authors

L. A. Senkova – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 16.10.2023; принята к публикации 28.10.2023.

The article was submitted 16.10.2023; accepted for publication 28.10.2023.
