

Научная статья

УДК 631.4 (571.621)

DOI: 10.37102/0869-7698_2023_228_02_8

EDN: QEJYSH

Изменение некоторых агрофизических свойств залежных осушенных бурых горно-лесных почв в Еврейской автономной области

В.А. Зубарев

Виталий Александрович Зубарев

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Институт комплексного анализа региональных проблем, Биробиджан, Россия

Zubarev_1986@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-6245-5401>

Аннотация. Приведены результаты изучения изменений агрегатного состава залежных осушенных земель на территории Еврейской автономной области на примере осушительной системы «Мураши». В залежных почвах, по мере зарастания бывших сельскохозяйственных земель, прослеживается повышение содержания гумуса в верхней части бывшего пахотного горизонта по сравнению с пахотными угодьями. Наибольшее содержание гумуса отмечено в 20-летней залежи, при этом там же наблюдается наибольшее снижение солевой и гидролитической кислотности. В залежных почвах происходит уменьшение плотности верхнего слоя почвы, что благоприятно сказывается на структурности почв. В бурых горно-лесных почвах в 20-летней залежи заметно увеличена доля макроагрегатов, в том числе агрономически ценных, и соответственно снижено количество микроагрегатов, что свидетельствует об улучшении агрономических свойств. Полученные данные могут служить основой для эффективного использования исследуемых залежных почв в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: Среднеамурская низменность, залежи, постагрогенные осушенные почвы, гумус, приграничный район, агрегатный состав

Для цитирования: Зубарев В.А. Изменение некоторых агрофизических свойств залежных осушенных бурых горно-лесных почв в Еврейской автономной области // Вестн. ДВО РАН. 2023. № 2. С. 100–109. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_228_02_8.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН.

Changes in some agrophysical properties of fallow drained brown mountain forest soils in the Jewish Autonomous Region

V.A. Zubarev

Vitaly A. Zubarev

Candidate of Sciences in Biology, Senior Researcher

Institute for Complex Analysis of Regional Problems, FEB RAS, Birobidzhan, Russia

Zubarev_1986@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-6245-5401>

Annotation. The results of studying the changes of soil structure of fallow drained lands on the territory of the Jewish Autonomous Region are presented using the «Murashi» drainage system as an example. In fallow soils, as the former agricultural lands are overgrown, an increase in the humus content in the upper part of the former arable horizon is observed in comparison with arable lands. The highest concentrations of humus were obtained in a 20-year-old deposit. At the same time, the greatest decrease in saline and hydrolytic acidity is observed in the most fallow soil. In fallow soils, there is a decrease in the density of the upper soil layer, which favorably affects the soil structure. In brown mountain forest soils in a 20-year-old fallow, there is a noticeable increase in the proportion of macroaggregates, including agronomically valuable ones, and a corresponding decrease in the number of microaggregates, which indicates an improvement in the agronomic properties of fallow soils. The data obtained can serve as a basis for the effective use of the studied fallow soils in the agricultural sector.

Keywords: Middle Amur lowland, deposits, post-agrogenic drained soils, humus, border region, aggregate composition

For citation: Zubarev V.A. Changes in some agrophysical properties of fallow drained brown mountain forest soils in the Jewish Autonomous Region. *Vestnik of the FEB RAS*. 2023;(2):100-109. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_228_02_8.

Financing. The work was carried out within the framework of the state task of the Institute for Complex Analysis of Regional Problems, FEB RAS.

Введение

Проблема ухудшения качества сельскохозяйственных почв, вызванного техногенными нагрузками на бассейны рек и агроландшафты, усилилась в последнее время во многих регионах планеты. Она актуальна как для России в целом, так и для Среднеамурской низменности в пределах бассейна р. Амур – региона с высоким потенциалом развития сельскохозяйственного производства [1]. Почвы сельскохозяйственной зоны Еврейской автономной области (ЕАО) по свойствам и уровню плодородия не были лучшими среди земель юга Дальнего Востока, из-за переувлажнения и заболоченности они осваивались для земледелия с трудом и большими затратами средств. Однако во второй половине XX в.

после осушения и окультуривания они являлись одной из основных «житниц» Дальнего Востока, на них возделывались пшеница и другие зерновые, соя, картофель, овощи. В 1970–80-е годы для значительных площадей осушенных земель появилось специфическое явление «постмелиоративной» деградации почв [2]. На общем фоне неудовлетворительного культурно-технического состояния мелиоративных систем заброшенные почвы зарастали мелколиственным лесом, местами развивалось вторичное заболачивание. В настоящее время наблюдаются признаки деградации почвенного покрова области. Усиление заболачивания почв связано не только с природно-климатическими условиями, но и с недействующими мелиоративными системами, отсутствием технического ухода за ними и реконструкции дренажа. Выведение пахотных почв из использования сопровождается потерей ими признаков окультуривания, зарастанием сорной растительностью и мелколиственным лесом [3].

В этих условиях роль мелиорации сельскохозяйственных земель возрастает и усложняется. Приоритетным направлением осуществления мелиорации становится создание устойчивых, экологически безопасных осушенных агроландшафтов и получение чистой сельскохозяйственной продукции [4, 5]. Освоение новых территорий, которые могли бы быть вовлечены в сельскохозяйственный оборот, требует огромных капитальных вложений и значительных трудовых ресурсов, которые у местных муниципалитетов зачастую отсутствуют. Менее затратным способом расширения площадей сельскохозяйственных угодий является возвращение в сельскохозяйственный оборот мелиорированных земель, длительное время не используемых в аграрном производстве [6].

На территории Среднеамурской низменности вопросы экологической оценки залежных осушенных почв при повторном вовлечении в сельскохозяйственное использование остаются малоизученными, так как материалов, посвященных данному вопросу, практически нет.

Целью данной работы является оценка современного агрофизического состояния разновозрастно залежных осушенных бурых горно-лесных почв на примере осушительной системы «Мураши» Еврейской автономной области.

Объект и методики исследования

Изучение экологического состояния залежных осушенных почв на территории ЕАО нами начато только в 2022 г. Объектом для исследований была выбрана мелиоративная система «Мураши» (рис. 1) площадью 565 га, осушенная в 1975 г. глубоким дренажем с открытыми собирателями трапецеидальной формы. Согласно карте, составленной Л.А. Матюшкиной и В.Б. Калмановой, почвенный покров осушительной системы представлен бурыми горно-лесными почвами второй надпойменной террасы р. Амур в западной части ЕАО [7].

Залежные земли в данной мелиоративной системе выявляли по космическим мультиспектральным снимкам высокого разрешения (10 м) со спутника Sentinel-2 (рис. 1) [8], полученным с сайта данных открытого доступа Earthexplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), на основе NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – нормализованный относительный индекс растительности – показатель количества фотосинтетически активной биомассы, также называемый вегетационным индексом), результаты приведены на рис. 2. Для этого последовательно анализировались

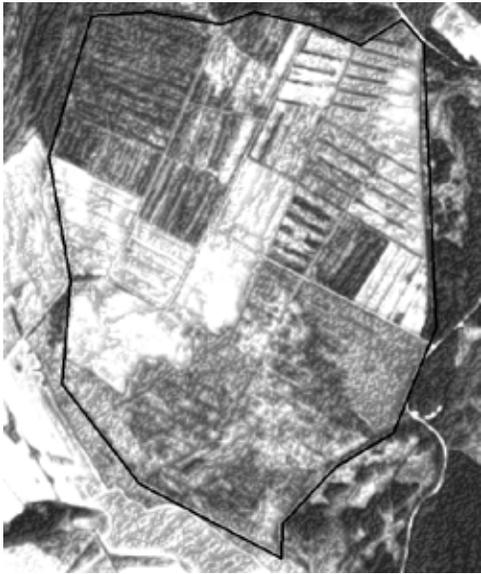


Рис. 1. Космический снимок осушительной системы «Мураши» со спутника Sentinel-2

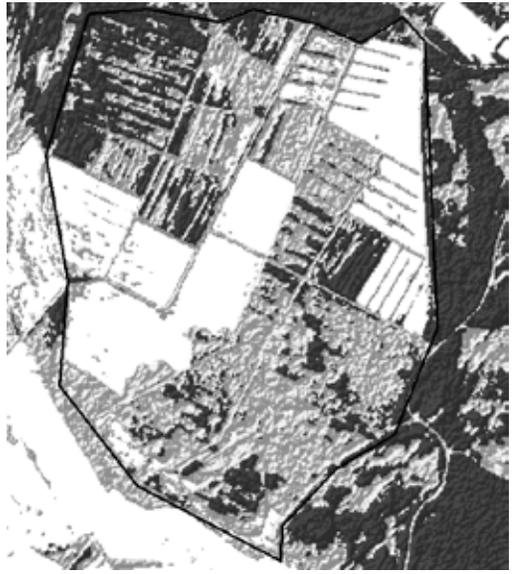


Рис. 2. Расчет NDVI

космические снимки за май–июль 2000–2022 гг. в геоинформационной системе ArcGIS (на рис. 1 представлен фрагмент космического снимка). Для расчета NDVI использовали 5-й (ближний инфракрасный – NIR) и 4-й (красный – RED) каналы, имеющие пространственное разрешение 10 м² на пиксель. Это один из самых распространенных индексов для оценки состояния растительного покрова и его динамики [8].

При расчете NDVI выявлены фрагменты осушенной системы «Мураши» с различающимся количеством фотосинтетически активной биомассы, на рис. 2 они окрашены разными цветами: белый – площади, которые по состоянию на июль 2022 г. были распаханы, светло-серый – участки с разреженной растительностью, они не подвергались антропогенному воздействию 5 лет, темно-серый – густо заросшие травянистой и кустарниковой растительностью территории, где влияние человека отсутствует на протяжении 20 лет. Все распаханные полигоны (белый цвет) в границах осушительной системы были оцифрованы в геоинформационной системе ArcGIS. Таким образом было выяснено, что из 565 га осушенных почв только 28 % земель являются пахотными угодьями, остальные используются как сенокосы или находятся в разновозрастном залежном состоянии.

Район исследований расположен на западе ЕАО, занимает пониженные элементы рельефа и формируется в гидроторфных условиях. Среднегодовая сумма осадков – 500–600 мм, в отдельные годы до 1000 мм. Большое количество летних осадков (40–50 % годовой суммы) выпадает в июле–августе и вызывает временное избыточное увлажнение почв [2].

Сложные природные и климатические условия региона, такие как частое избыточное поверхностное увлажнение, неустойчивая верховодка, периодически изменяющиеся окислительно-восстановительные условия, определяют процессы формирования почв и их специфические черты [2, 9].

По механическому составу исследуемые почвы относятся к тяжелым и средним суглинкам. Водостойчивость почвенных агрегатов в пахотном слое

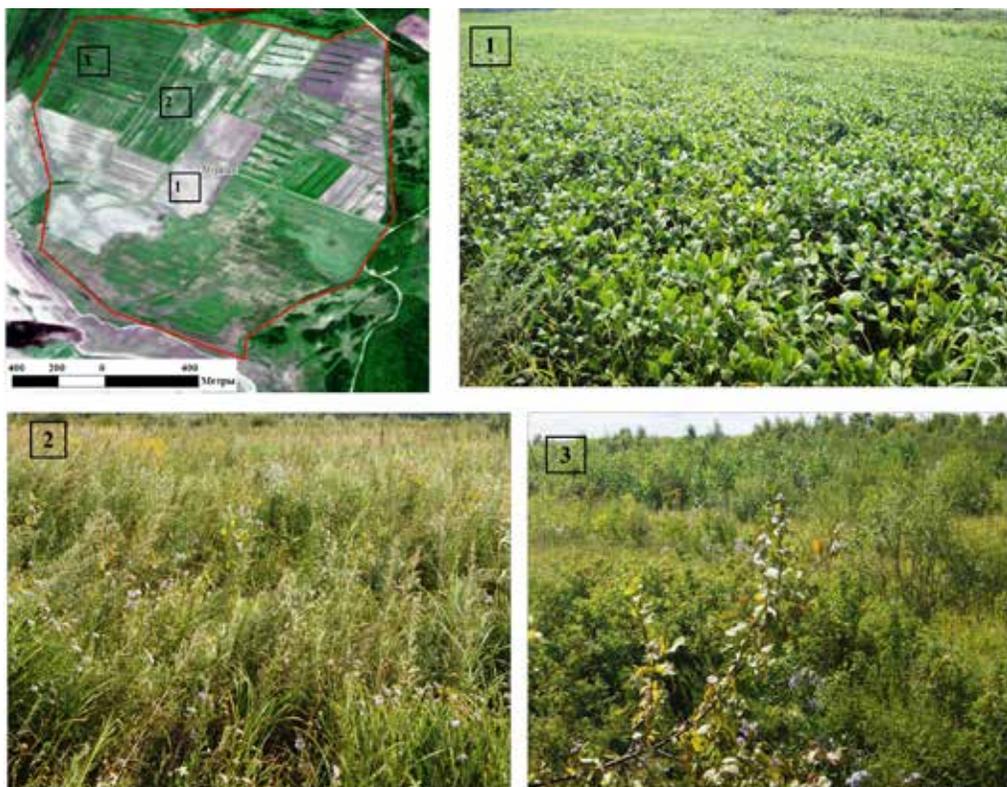


Рис. 3. Объект исследований. 1 – поле, засеянное соей, 2 – залежь 5 лет, 3 – залежь более 20 лет

высокая – 80–90 %, в иллювиальном горизонте она неустойчива и варьирует в пределах 10–75 % [7]. Это ухудшает питание растений и затрудняет проведение агротехнических работ [10]. Почвы формируются на практически водонепроницаемой озерно-аллювиальной глине средне-позднеплейстоценового возраста под разнотравно-осоково-вейниковым лугом с кочковатым микрорельефом [11].

В июне–июле 2022 г. нами были проведены полевые исследования на осушительной системе «Мураши» на трех полигонах, отобранных на основе анализа космических снимков и расчета NDVI (рис. 2), это: пашня, молодая 5-летняя залежь и залежь возрастом более 20 лет (рис. 3). С каждого полигона было отобрано по 5 образцов почв из поверхностного почвенного горизонта (0–30 см) методом конверта (ГОСТ 28168-89), итого 15 образцов.

Для описания растительности полигонов применяли стандартные геоботанические методы [12].

Гранулометрический анализ почв проведен методом сухого просеивания (ГОСТ 12536-2014). Для этого образец почвы массой 300 г встряхивали на ситах с диаметром отверстий 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,25 мм. Перед просеиванием почвенные агрегаты крупнее 50 мм подвергались разрушению путем давления пестиком с резиновым наконечником. Данная процедура проводилась для уравнивания размеров глыбистых почвенных агрегатов, имеющих следы контакта с лопатой, полученных при отборе образцов, и естественных почвенных агрегатов. Образец аккуратно перемещался на верхнее сито.

В агрономии особо ценными считаются фракции мезоагрегатов размерами 10–0,25 мм, поскольку именно они определяют почвенное плодородие [13].

Коэффициент структурности ($K_{стр}$) оценивали как содержание агрономически ценных агрегатов (АЦА, 10–0,25 мм) к сумме агрегатов >10 и <0,25 мм при сухом просеивании [14]. Долю АЦА (%) рассчитывали как отношение массы агрегатов размером 10–0,25 мм к сумме всех фракций [15].

Плотность почвы определяли методом режущего цилиндра [13].

Были проведены общепринятые агрохимические анализы: определение содержания гумуса – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), подвижных фосфора и калия – в вытяжке 0,2 HCl по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 54650-2011), оценка кислотности солевой вытяжки pH_{KCl} – потенциометрически (ГОСТ 26483-85).

Результаты и их обсуждение

После прекращения использования осушенных сельскохозяйственных земель одну из ведущих ролей в трансформации почв играет смена видового состава растительных сообществ. Пашня первого полигона засеяна соей с включением ряда сорняков, таких как полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) и др. Молодые 5-летние залежи (полигон № 2) зарастают сорной травянистой растительностью, среди которой доминируют вейник Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), овсяница красная (*Festuca rubra* L.), пушица многоколосковая (*Eriophorum angustifolium* Honck.). На 20-летней залежи сформировался древостой, еще не сомкнутый, из ивы козьей (*Salix caprea* L.) и березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukaczew) высотой примерно 2–3 м; среди травянистой растительности доминантами являются полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), вейник Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii*), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) и др.

На заброшенных осушенных почвах смена растительности, возможно, приводит к изменению в содержании общего органического вещества [4, 16]. Проанализировав полученные данные лабораторных анализов (см. таблицу), было отмечено, что прекращение сельскохозяйственного использования вызывает увеличение концентрации гумуса в почве, особенно 20-летних залежей, где наблюдается и наибольшее снижение солевой и гидролитической кислотности. Исследования содержания подвижных форм фосфора и калия показали, что на пашне, засеянной соей, обеспеченность почв P_2O_5 «средняя», а K_2O «очень высокая». На заброшенных длительное время землях происходит снижение концентраций фосфора до низкого содержания, а калия – до среднего. На обрабатываемых пахотных землях

Агрохимические показатели осушенных разновозрастных залежных почв

	Гумус, %	pH_{KCl}	$P_2O_5^*$	K_2O^*	H_T^{**}	CaO^{**}	MgO^{**}
Пашня	2,4 ± 0,1	5,8 ± 0,2	78,3 ± 2,8	250,0 ± 12,3	4,2 ± 2,4	17,4 ± 1,1	9,4 ± 1,2
Залежь							
5 лет	2,5 ± 0,1	5,3 ± 0,1	56,9 ± 1,6	119,3 ± 16,2	6,8 ± 1,6	9,0 ± 1,8	4,5 ± 2,3
20 лет	3,6 ± 0,3	4,0 ± 0,2	47,0 ± 2,1	96,1 ± 8,0	3,6 ± 1,1	10,5 ± 1,5	3,9 ± 1,6

* мг\кг почвы.

** мг-экв на 100 г почвы.

при отсутствии постоянного растительного покрова образуются более агрессивные условия, которые способствуют переходу неподвижных соединений калия и фосфора в подвижные при минерализации органических веществ [17].

Для агрофизической оценки современного состояния осушенных залежных земель был проведен гранулометрический анализ общего содержания почвенных агрегатов и их распределения по фракциям (рис. 4). Изучение вопросов формирования почвенных структурных агрегатов является важным, так как касается компонентов, характеризующих почвенную структуру [18].

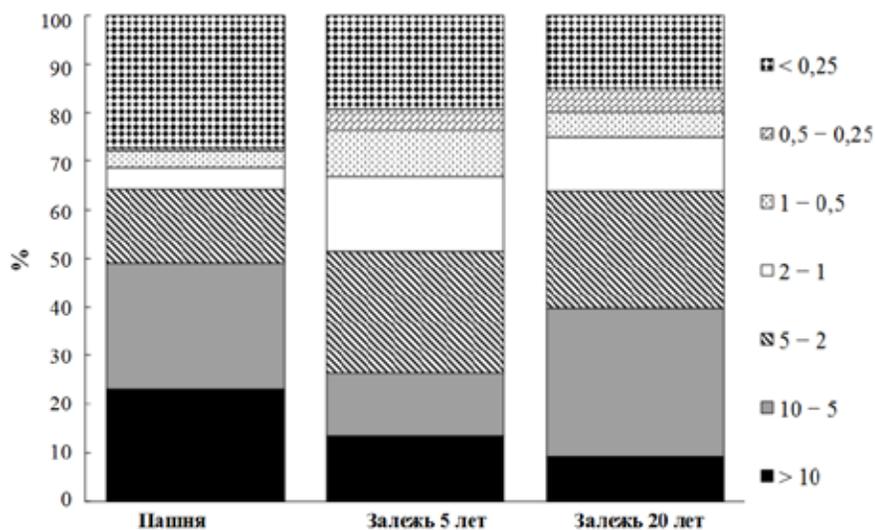


Рис. 4. Распределение фракций (мм) агрегатов в осушенных бурых горно-лесных почвах разновозрастных залежей, %

Анализ структурного состава заброшенных осушенных почв показал, что содержание крупной (>10 мм) и пылевидной (<0,25 мм) фракций в поверхностном почвенном горизонте уменьшается в ряду пашня – залежь 5 лет – залежь 20 лет (рис. 4). Фракции почвенных мезоагрегатов размером 0,25–10 мм представлены на рис. 5.

В верхнем почвенном горизонте на пашне (рис. 5) количество АЦА (10–0,25 мм) составляет 50 %, что характеризует структуру почв как «хорошую». Количество АЦА в 5-летней залежи превышает 60 %, и их содержание постепенно увеличивается в бывших пахотных горизонтах с возрастом залежи.

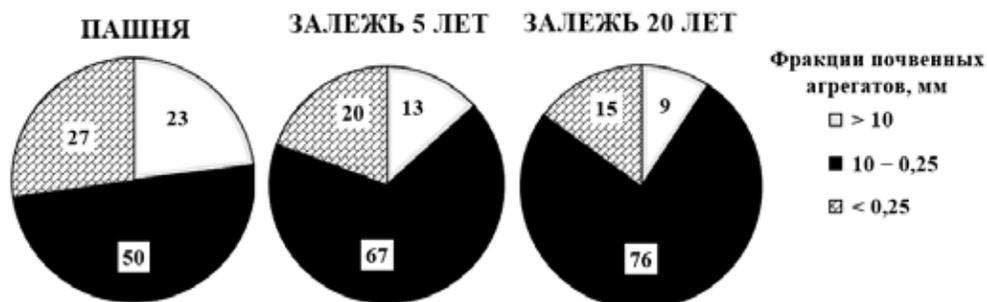


Рис. 5. Доля агрономически ценных агрегатов (10–0,25 мм) по результатам «сухого» просеивания, %

Процесс улучшения структуры четко прослеживается по величине коэффициента структурности $K_{\text{стр}}$, на пашне он составляет 0,9 (структура почвы оценивается как «хорошая» при $K_{\text{стр}} = 0,67-1,50$). С увеличением возраста залежи наблюдается увеличение коэффициента структурности. Отсутствие сельскохозяйственного использования в течении 5 лет ведет к резкому увеличению $K_{\text{стр}}$ до 2,1 (структура почв оценивается как «отличная» при $K_{\text{стр}} > 1,50$). Максимальное значение показателя отмечено в 20-летних залежах – 3,1. Улучшение структуры и восстановление агрономических свойств залежных почв также были отмечены в работах М.Л. Бурдуковского [19] и О.И. Калининой [20].

Еще одним информативным показателем, отражающим физическое состояние почвы, является ее плотность. В ходе проведенного исследования было обнаружено, что образцы почв, отобранные на пашне, обладают плотностью 1,4 г/см³; возможно, тяжелая сельскохозяйственная техника, используемая при обработке почвы, оказывает на нее уплотняющее воздействие. Плотность почв на 5-летней залежи составляет 1,1 г/см³, а на 20-летней – 0,8 г/см³. При долгом отсутствии сельскохозяйственной обработки почв происходит накопление растительной массы и разрастание корневых систем, что приводит к разрыхлению почвенных горизонтов, а также возможному снижению уплотнения почвенных слоев [3, 21].

Заключение

Таким образом, в результате исследований выяснено, что осушенные пахотные почвы после выведения из сельскохозяйственного оборота вступают в длительный процесс самовосстановления. В ходе постагрогенной трансформации в залежных почвах наблюдается увеличение содержания гумуса по сравнению с расположенными рядом пахотными землями.

В залежных осушенных землях, по мере зарастания полей, отмечается увеличение содержания гумуса в верхней части бывшего пахотного горизонта. В 20-летней залежи наибольшее содержание гумуса, при этом происходит снижение солевой и гидролитической кислотности. В залежах уменьшается плотность верхнего почвенного горизонта, что благоприятно сказывается на структурности почв. На бурых горно-лесных почвах, в 20-летней залежи, наблюдается заметное увеличение доли мезоагрегатов (0,25–10 мм), в том числе агрономически ценных. Количество микро- (<0,25 мм) и макроагрегатов (>10 мм) снижается, что свидетельствует об улучшении агрономических свойств залежных почв.

Полученные нами первичные данные могут служить основой для эффективного использования исследуемых залежных почв в системе сельскохозяйственной отрасли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Фетисов Д.М., Климина Е.М. Антропогенная трансформация геосистем Среднеамурской низменности: ретроспективный анализ // Регион. пробл. 2015. Т. 18, № 4. С. 60–65.
2. Зубарев В.А., Мажайский Ю.А. Влияние осушения на изменение агрохимических свойств лугово-глеевых почв Среднеамурской низменности // Вестн. РГАТУ. 2020. № 1. С. 33–37.
3. Бембеева О.Г., Джапова Р.Р. Восстановительная сукцессия залежных земель в пустынной зоне Калмыкии // Изв. Самар. НЦ РАН. 2012. Т. 14, № 1-5. С. 1195–1198.

4. Бакшеева Е.О., Ростовцева Т.И., Морозов А.С. Особенности зарастания древесной растительностью неиспользуемых сельскохозяйственных земель // *Вестн. КрасГАУ*. 2017. № 10. С. 100–107.
5. Мажайский Ю.А., Гусева Т.М. Экологические проблемы агроландшафтов Рязанской области // *Биосфера*. 2019. Т. 11, № 3. С. 156–159.
6. Джабраилова Б.С. Возможности вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель в регионах СЗФО // *Аграр. вестн. Урала*. 2021. № 11. С. 56–66.
7. Калманова В.Б., Матюшкина Л.А. Современные проблемы изучения почв природных и агрогенных ландшафтов Еврейской автономной области (юг Дальнего Востока) // *Рос. журн. прикл. экологии*. 2019. № 2. С. 21–26.
8. Горохова И.Н., Чурсин И.Н., Хитров Н.Б., Панкова Е.И. Распознавание сельскохозяйственных угодий по космическим снимкам // *Экосистемы: экология и динамика*. 2021. Т. 5, № 3. С. 5–33.
9. Коротких Н.А., Власенко Н.Г. Влияние технологии No-till на содержание подвижных форм калия и фосфора в почве // *Плодородие*. 2015. № 3. С. 23–26.
10. Zubarev V.A., Mazhaysky Yu.A., Guseva T.M. The impact of drainage reclamation on the components of agricultural landscapes of small rivers // *Agronomy Res*. 2020. Vol. 18, N 4. P. 2677–2686.
11. Зубарева А.М., Зубарев В.А. Комплексная оценка потенциальной природной пожароопасности осушенных болот на территории Еврейской автономной области // *Изв. Том. политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов*. 2021. Т. 332, № 5. С. 191–200.
12. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы. Л.: Наука, 1971. 610 с.
13. Шеин Е.В. Курс физики почв. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
14. Бурдуковский М.Л., Перепелкина П.А. Агроэкологическое состояние почв и восстановленные растительности в залежных экосистемах // *Биота и среда природ. территорий*. 2022. Т. 10, № 2. С. 28–36.
15. Бурдуковский М.Л., Перепелкина П.А., Голов В.И. Изменение агрофизических свойств залежных буроподзолистых почв Приморского края // *Вестн. ДВО РАН*. 2020. № 1. С. 60–65.
16. Телеснина В.М., Жуков М.А. Влияние способа сельскохозяйственного освоения на динамику биологического круговорота и ряда почвенных свойств в ходе постагрогенной сукцессии (Костромская область) // *Почвоведение*. 2019. № 9. С. 1114–1129.
17. Каракин В.П., Шейнгауз А.С. Земельные ресурсы бассейна реки Амур // *Вестн. ДВО РАН*. 2004. № 4. С. 23–37.
18. Баева Ю.И., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Овсепян Л.А., Телеснина В.М., Цветкова Ю.Д. Изменение агрегатного состава различных типов почв в ходе залежной сукцессии // *Бюл. почв. ин-та им. В.В. Докучаева*. 2017. № 88. С. 47–74.
19. Бурдуковский М.Л., Голов В.И., Перепелкина П.А., Киселева И.В., Тимофеева Я.О. Агрогенные и постагрогенные изменения запасов углерода и физических свойств подбелов темногумусовых // *Почвоведение*. 2021. № 6. С. 747–756.
20. Kalinina O., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Giani L. Post-agrogenic development of vegetation, soils and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia // *Catena*. 2015. Vol. 129. P. 18–29.
21. Burdukovskii M., Kiseleva I., Perepelkina P., Kosheleva Yu. Impact of different fallow durations on soil aggregate structure and humus status parameters // *Soil & Water Res*. 2020. Vol. 15, N 1. P. 1–8.

REFERENCES

1. Fetisov D.M., Klimina E.M. Antropogennaya transformatsiya geosistem Sredneamurskoi nizmennosti: retrospektivnyi analiz. *Regional'nye problemy*. 2015;18(4):60-65. (In Russ.).
2. Zubarev V.A., Mazhaiskii Yu.A. Vliyanie osusheniya na izmenenie agrokhimicheskikh svoystv lugovo-gleevykh pochv Sredneamurskoi nizmennosti = [The effects of drainage on the change of the agrochemical properties of meadow-gley soils of the Middle Amur lowland]. *Vestnik RGATU*. 2020;(1):33-37. (In Russ.). DOI: 10.36508/RSATU.2020.45.1.006.
3. Bembeeva O.G., Dzhapova R.R. Vosstanovitel'naya suktsessiya zaleznykh zemel' v pustynnoi zone Kalmykii = [Recovering succession fallow lands in the desert area of Kalmykia]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. 2012;14(1-5):1195-1198. (In Russ.).
4. Baksheeva E.O., Rostovtseva T.I., Morozov A.S. Osobennosti zarastaniya drevesnoi rastitel'nost'yu neispol'zuemykh sel'skokhozyaistvennykh zemel' = [The specificity of idle agricultural land colonization by arborous plants]. *Vestnik KrasGAU*. 2017;(10):100-107. (In Russ.).

5. Mazhaiskii Yu.A., Guseva T.M. Ehkologicheskie problemy agrolandshaftov Ryazanskoj oblasti = [Ecological problems of agricultural landscapes of Ryazan region]. *Biosfera*. 2019;11(3):156-159. (In Russ.). DOI: 10.24855/BIOSFERA.V11I3.510.
6. Dzhabrailova B.S. Vozmozhnosti вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозаиственных земель в регионах SZFO = [Opportunities to involve unused agricultural land in the turnover in the regions of the Northwestern Federal District]. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2021;(11):56-66. (In Russ.). DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-56-66.
7. Kalmanova V. B., Matyushkina L.A. Sovremennye problemy izucheniya pochv prirodnykh i agrogennykh landshaftov Evreiskoi avtonomnoi oblasti (yug Dal'nego Vostoka) = [Modern problems of studying soils of natural and agrogenic landscapes of Jewish autonomous oblast (the South of Far East)]. *Rossiiskii zhurnal prikladnoi ehkologii*. 2019;(2):21-26. (In Russ.).
8. Gorokhova I.N., Chursin I.N., Khitrov N.B., Pankova E.I. Raspoznavanie sel'skokhozaistvennykh ugodii po kosmicheskim snimkam = [Agricultural lands identification on the satellite imagery]. *Ehkosistemy: Ehkologiya i Dinamika*. 2021;5(3):5-33. (In Russ.). DOI: 10.24412/2542-2006-2021-3-5-33.
9. Korotkikh N.A., Vlasenko N.G. Vliyanie tekhnologii No-till na sodержanie podvizhnykh form kaliya i fosfora v pochve = [Influence of No-till Technology on the Content of Nutrients in Leached Chernozem of Forest-Steppe of the Western Siberia]. *Plodorodie*. 2015;(3):23-26. (In Russ.).
10. Zubarev V.A., Mazhaysky Yu.A., Guseva T.M. The impact of drainage reclamation on the components of agricultural landscapes of small rivers. *Agronomy Res*. 2020;18(4):2677-2686. DOI: 10.15159/AR.20.218.
11. Zubareva A.M., Zubarev V.A. Kompleksnaya ocenka potencial'noj prirodnoj pozharoopasnosti osushennykh bolot na territorii Evrejskoj avtonomnoj oblasti = [Complex evaluation of potentially natural dried bog-associated fire hazards in the territory of the Jewish autonomous region]. *Bull. Tomsk Polytechnic Univ., Geo Assets Engineering*. 2021;(332(5)):191-200. (In Russ.). DOI: 10.18799/24131830/2021/05/3202.
12. Ramenskii L.G. Problemy i metody izucheniya rastitel'nogo pokrova. Izbrannye raboty. L.: Nauka; 1971. 610 p. (In Russ.).
13. Shein E.V. Kurs fiziki pochv. Moscow: Moscow State Univ. Publ.; 2005. 432 p. (In Russ.).
14. Burdukovskii M.L., Perepelkina P.A. Agroehkologicheskoe sostoyanie pochv i vosstanovlenie rastitel'nosti v zaleznykh ehkositemakh = [Agroecological state of soils and vegetation recovery in fallow ecosystems]. *Biota i sreda prirodnykh territorii*. 2022;10(2):28-36. (In Russ.). DOI: 10.37102/2782-1978_2022_2_3.
15. Burdukovskii M.L., Perepelkina P.A., Golov V.I. Izmenenie agrofizicheskikh svoystv zaleznykh buropodzolistykh pochv Primorskogo kraja = [Changes in agrophysical properties of fallow brown podzolic soils in the Primorsky Region]. *Vestnik of the FEB RAS*. 2020;(1):60-65. (In Russ.). DOI: 10.25808/08697698.2020.209.1.006.
16. Telesnina V.M., Zhukov M.A. Vliyanie sposoba sel'skokhozaistvennogo osvoeniya na dinamiku biologicheskogo krugovorota i ryada pochvennykh svoystv v khode postagrogennoi suksessii (Kostromskaya oblast') = [The influence of agricultural land use on the dynamics of biological cycling and soil properties in the course of postagrogenic succession (Kostroma oblast)]. *Pochvovedenie*. 2019;(9):1114-1129. (In Russ.). DOI: 10.1134/S0032180X1907013X.
17. Karakin V.P., Sheingauz A.S. Zemel'nye resursy basseina reki Amur = [Land resources of the Amur River basin]. *Vestnik of the FEB RAS*. 2004;(4):23-37. (In Russ.).
18. Baeva Yu.I., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Ovsepyan L.A., Telesnina V.M., Tsvetkova Yu.D. Izmenenie agregatnogo sostava razlichnykh tipov pochv v khode zaleznoi suksessii = [Change in aggregate structure of various soil types during the succession of abandoned lands]. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva*. 2017;(88):47-74. (In Russ.). DOI: 10.19047/0136-1694-2017-88-47-74.
19. Burdukovskii M.L., Golov V.I., Perepelkina P.A., Kiseleva I.V., Timofeeva Ya.O. Agrogennye i postagrogennye izmeneniya zapasov ugleroda i fizicheskikh svoystv podbelov temnogumusovykh = [Agrogenic and postagrogenic changes in physical properties and carbon stocks in dark-humus podbels]. *Pochvovedenie*. 2021;(6):747-756. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0032180X21060046.
20. Kalinina O., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Giani L. Post-agrogenic development of vegetation, soils and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia. *Catena*. 2015;129:18-29. DOI:10.1016/j.catena.2015.02.016.
21. Burdukovskii M., Kiseleva I., Perepelkina P., Kosheleva Yu. Impact of different fallow durations on soil aggregate structure and humus status parameters. *Soil & Water Res*. 2020;15(1):1-8. DOI: 10.17221/174/2018-SWR.