

УДК 631.41

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

СОДЕРЖАНИЕ ОБМЕННЫХ КАТИОНОВ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ р. ДЕСНА

Чекин Геннадий Владимирович
к. с.-х. н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 8079-2235

Силаев Андрей Леонидович
к. с.-х. н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 2299-3344

Нечаев Михаил Макарович
к. с.-х. н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 6543-0651
gb-swamp@yandex.ru
Брянский ГАУ, Россия, 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а

Изучение состава обменных катионов и емкости катионного обмена является ключевым аспектом оценки плодородия почв и влияет на рост и развитие растений. Особенно важно исследование этих характеристик для аллювиальных почв, подверженных процессам деградации. Исследование посвящено изучению содержания обменных катионов в аллювиальных почвах поймы реки Десна, расположенных в Брянской области. Объектами изучения стали два типа почв: аллювиально-слоистая и аллювиальная серогумусовая. Полученные результаты показали значительную вариацию содержания обменных катионов, обусловленную различными факторами формирования почв. Установлено, что основная доля частиц поглощающего комплекса (ППК) представлена кальцием, магнием и ионами водорода и алюминия (Hг), причем кальций доминирует среди обменных катионов. Концентрация других элементов, таких как калий, натрий и аммоний, значительно ниже и редко превышает 1,8% от общего количества. Установлена положительная зависимость емкости катионного обмена (ЕКО) от увеличения доли физической глины в почве, что подтверждает важную роль гранулометрического состава в формировании свойств почвенного профиля. Анализ показал, что гумусовые горизонты обладают большей емкостью катионного обмена по сравнению с нижележащими слоями, что свидетельствует о вкладе органических веществ в формирование физико-химических свойств почв

Ключевые слова: АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ, ОБМЕННЫЕ КАТИОНЫ, ЕМКОСТЬ КАТИОННОГО ОБМЕНА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-216-027>

UDC 631.41

4.1.3. Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences)

EXCHANGEABLE CATION CONTENT IN ALLUVIAL SOILS OF THE DESNA RIVER

Chekin Gennady Vladimirovich
Cand.Agr.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 8079-2235

Silaev Andrey Leonidovich
Cand.Agr.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 2299-3344

Nechaev Mikhail Makarovich
Cand.Agr.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 6543-0651
gb-swamp@yandex.ru
Bryansk SAU, Russia, 243365, Bryansk region, Vygonichsky district, s. Kokino, Sovetskaya 2a

Studying the composition of exchangeable cations and cation exchange capacity is a key aspect of soil fertility assessment and influences plant growth and development. These characteristics are particularly important for alluvial soils subject to degradation processes. This study examines the exchangeable cation content of alluvial soils in the Desna River floodplain, located in the Bryansk region. Two soil types were studied: alluvial-layered soils and gray-humus alluvial soils. The results obtained revealed significant variation in the exchangeable cation content due to various soil formation factors. It was established that the majority of the particles of the absorption complex (SAC) are represented by calcium, magnesium, and hydrogen and aluminum ions (Hh), with calcium being the dominant exchangeable cation. The concentrations of other elements, such as potassium, sodium, and ammonium, are significantly lower and rarely exceed 1.8% of the total. A positive correlation between cation exchange capacity (CEC) and the increasing proportion of physical clay in the soil was established, confirming the important role of particle size distribution in shaping the properties of the soil profile. Analysis showed that humus horizons have a higher CEC than the underlying layers, indicating the contribution of organic matter to the formation of the physicochemical properties of soils

Keywords: ALLUVIAL SOILS, EXCHANGEABLE CATIONS, CATION EXCHANGE CAPACITY

Введение. Состав обменных катионов и емкость катионного обмена являются важнейшими характеристиками, влияющими на почвенное плодородие, и в конечном счете на рост и развитие растений [1, 2].

Особое значение изучение данных показателей для аллювиальных почв приобретает в связи с нарастающей деградацией пойменных земель [3, 4].

Для поймы р. Десна в основном фиксируются процессы вторичного заболачивания и залесения, вследствие прекращения поддержания работоспособности мелиоративных систем и сельскохозяйственной деятельности. При этом, пойменные почвы остаются главным резервом земель сельскохозяйственного назначения в регионе, который с неизбежностью будет вновь вовлечен в сельхозпроизводство.

Цель исследования – изучение содержания обменных катионов в ППК аллювиальных почв р. Десна

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на пойме р. Десна в пределах Брянской области (рис. 1). Отбор почвенных образцов для определения содержания обменных катионов проводили со стенки разреза по генетическим горизонтам Привязку объектов выполняли с помощью GPS-приемника.

Описание почв проводили в соответствии с Классификацией почв России 2004. К анализу образцы подготавливали общепринятыми методами. Всего проанализировано 198 образцов, из них 88 – гумусовые горизонты. Обменный кальций и магний определяли по ГОСТ 26487-85 трилонометрическим методом, обменный аммоний по ГОСТ 26489-85 фотометрически, гидролитическую кислотность по ГОСТ 26212-2021 титриметрически, обменные калий и натрий методом пламенной фотометрии в 1n вытяжке ацетата аммония. Емкость катионного обмена рассчитывали как сумму обменных оснований и гидролитической кислотности.

Статистическую обработку результатов выполняли с помощью программ Statistica и MS Excel. При расчете коэффициента вариации принимали следующее: 0-10% – низкая вариабельность; 10-20% – средняя вариабельность; 20-30% – высокая вариабельность; >30% – очень высокая вариабельность. Нормальность распределения данных проверяли тестом Шапиро-Уилка. В случае несоответствия закону нормального распределения, для статистической обработки использовали непараметрические методы.

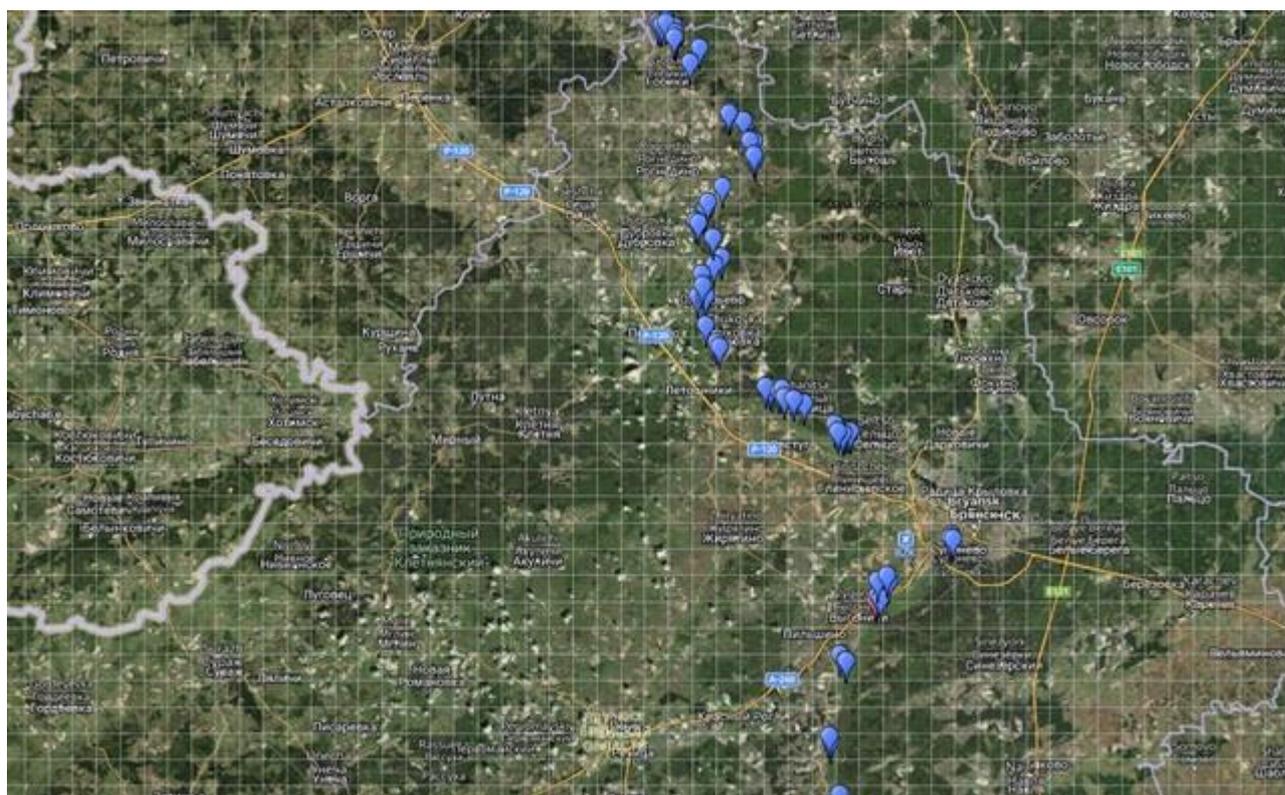


Рисунок 1 – Ключевые почвенные участки

Результаты и обсуждения. Исходные данные были сгруппированы в два массива по типу почвы: аллювиальные слоистые и аллювиальные серогумусовые. В зависимости от гранулометрического состава, в аллювиальных слоистых почвах были выделены следующие группы: песчаные и супесчаные, легкосуглинистые, средне- и тяжелосуглинистые; в аллювиальных серогумусовых: песчаные и супесчаные, легкосуглинистые, среднесуглинистые, тяжелосуглинистые и легкоглинистые. Проверка распределения данных показала, что они не подчиняются закону нормального распределе-

ния. Исходя из этого, для обсуждения закономерностей корректнее использовать медианное значение вместо среднего.

Таблица 1 – Физико-химические показатели аллювиальных слоистых почв р. Десна*

Горизонт	Обменные основания, мг-экв./100 г					Нг	ЕКО
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	мг-экв./100 г	
Песчаные и супесчаные разновидности							
W (Wg)	<u>1,00-11,13</u> 4,13	<u>0,25-2,63</u> 1,13	<u>0,10-0,24</u> 0,14	<u>0,06-0,21</u> 0,11	<u>0,03-0,36</u> 0,06	<u>0,67-14,90</u> 2,25	<u>2,42-23,27</u> 10,30
C (Cg)	<u>1,13-12,50</u> 3,25	<u>0,25-1,88</u> 0,75	<u>0,07-0,17</u> 0,10	<u>0,06-0,29</u> 0,12	<u>0,01-0,12</u> 0,04	<u>0,23-6,11</u> 0,93	<u>2,34-16,61</u> 5,84
Легкосуглинистые разновидности							
W (Wg)	<u>3,25-19,63</u> 9,13	<u>0,63-5,00</u> 1,88	<u>0,11-0,39</u> 0,22	<u>0,10-0,23</u> 0,15	<u>0,05-0,70</u> 0,11	<u>0,72-16,60</u> 2,86	<u>8,44-36,82</u> 15,65
C (Cg)	<u>5,50-20,75</u> 7,88	<u>0,50-2,25</u> 1,63	<u>0,08-0,20</u> 0,13	<u>0,11-0,18</u> 0,14	<u>0,04-0,10</u> 0,05	<u>0,97-9,23</u> 1,78	<u>8,71-24,21</u> 14,33
Средне- и тяжелосуглинистые разновидности							
W (Wg)	<u>7,13-19,63</u> 15,50	<u>1,38-3,25</u> 3,00	<u>0,18-0,39</u> 0,23	<u>0,13-0,19</u> 0,16	<u>0,06-0,16</u> 0,09	<u>2,46-16,60</u> 3,05	<u>11,82-36,82</u> 25,08
C (Cg)	<u>2,75-24,38</u> 8,38	<u>0,75-2,75</u> 2,50	<u>0,13-0,19</u> 0,13	<u>0,07-0,18</u> 0,12	<u>0,03-0,10</u> 0,06	<u>0,89-10,50</u> 6,97	<u>10,82-37,80</u> 12,24

*числитель – минимальное и максимальное значение; знаменатель – медиана

Для аллювиальной слоистой почвы (табл. 1) показано варьирование содержания обменных катионов в широких пределах. Вероятно, это может быть связано с условиями формирования почвы, а именно близостью участка к коренному берегу, в том числе сложенному карбонатными породами, периодичностью и продолжительностью затопления полыми водами, растительными сообществами. Это же отмечают другие авторы [5, 6].

В гумусовом горизонте супесчаных и песчаных разновидностей отмечена очень высокая вариация содержания обменных катионов. Коэффициенты вариации (CV) от кальция до Нг соответственно составляют: 60,0, 61,1, 30,8, 35,7, 97,7, 106,5%. Для нижележащих горизонтов так же отмечена очень высокая вариация для содержания обменных кальция, магния,

натрия, аммония и Нг: 65,5, 47,3, 34,9, 65,0 и 88,0% соответственно. Для содержания обменного калия CV составляет 24,1%.

В гумусовом горизонте легкосуглинистых разновидностей так же отмечена очень высокая вариация содержания обменных катионов. Коэффициенты вариации (CV) для содержания обменных кальция, магния, калия, аммония и Нг: соответственно составляют: 48,4, 60,9, 36,0, 98,1 и 97,7%. Для обменного натрия отмечена высокая вариабельность – CV = 24,1%. В нижележащих горизонтах средняя вариабельность (CV=19,1%) отмечена для обменного натрия; высокая для обменного калия (CV = 29,0%). Для остальных катионов и Нг отмечена очень высокая вариабельность: 58,9, 47,1, 37,9 и 96,6% соответственно.

В гумусовом горизонте средне- и тяжелосуглинистых разновидностей закономерность аналогична легкосуглинистым разновидностям. Коэффициенты вариации (CV) для содержания обменных кальция, магния, калия, аммония и Нг: соответственно составляют: 33,8, 34,1, 31,6, 45,5 и 88,4%. Для обменного натрия отмечена средняя вариабельность – CV = 12,7%. В нижележащих горизонтах высокая вариабельность (CV=23,3%) отмечена для обменного калия. Для остальных катионов и Нг отмечена очень высокая вариабельность, CV соответственно составляют: 94,8, 54,5, 46,4, 55,0 и 79,4%.

В гумусовых горизонтах обменные ионы, по содержанию, составляют следующий убывающий ряд: Ca>Нг>Mg>K>Na>NH₄. В ППК преобладают ионы кальция - 52,8; 63,6; 70,3%. Ионы водорода и алюминия (Нг) составляют 28,8, 19,9, 13,8%, ионы магния – 14,4, 13,8, 13,6% соответственно от песчаных/супесчаных до средне/тяжелосуглинистых разновидностей. Содержание остальных ионов в пределах 0,4-1,8%.

В нижележащих горизонтах песчаных/супесчаных и легкосуглинистых разновидностей, обменные ионы, по содержанию, составляют следующий убывающий ряд: Ca > Нг > Mg > Na > K > NH₄. В ППК преобладают ионы кальция (62,6, 67,8%). Ионы водорода и алюминия (Нг) составляют 17,9, 15,3%, ионы магния – 14,4, 14,0% соответственно указанного грансо-

става. Содержание остальных ионов в пределах 0,4-2,3%. В нижележащих горизонтах средне и тяжелосуглинистых почв, обменные ионы, по содержанию, составляют следующий убывающий ряд: Ca>Нг>Mg>K>Na>NH₄. В ППК преобладают ионы кальция (46,1%). Ионы водорода и алюминия (Нг) составляют 38,4%, ионы магния – 13,8%. Содержание остальных ионов в пределах 0,3-0,7%.

В основном, содержание обменных катионов в гумусовом горизонте выше, чем в нижележащем, при одинаковом гранулометрическом составе. Аналогичная закономерность наблюдается для гидролитической кислотности.

Емкость катионного обмена (ЕКО) аллювиальной слоистой почвы с утяжелением гранулометрического состава увеличивается, что закономерно влечет за собой увеличение содержания в ППК рассматриваемых обменных катионов. Коэффициент корреляции по Спирмену, между содержанием физической глины и ЕКО, для гумусовых горизонтов составляет 0,64; для нижележащих – 0,71, корреляция значимая. При этом, гумусовый горизонт имеет большую ЕКО, по сравнению с нижележащими горизонтами, что указывает на влияние гумуса на данный параметр. Подобные зависимости совпадают с исследованиями других авторов [7, 8].

Как и для аллювиальных слоистых почв, содержание обменных катионов в аллювиальных серогумусовых почвах варьирует в широких пределах и, по-видимому, обусловлено аналогичными причинами (табл. 2).

В гумусовых горизонтах супесчаных и песчаных разновидностей вариабельность содержания ионов кальция, магния, натрия, аммония и Нг очень высокая, 66,0, 51,5, 130,4, 67,3 и 75,5% соответственно. Вариабельность содержания ионов калия средняя, CV = 19,6%. В нижележащих горизонтах очень высокая вариабельность отмечена для содержания ионов кальция, магния, калия, аммония и Нг – 70,0, 88,7, 39,7, 54,0, 107,7%; для содержания ионов натрия отмечена высокая вариабельность, CV = 27,8%.

В гумусовых горизонтах легкосуглинистых разновидностей очень высокая вариабельность содержания отмечена для ионов кальция, магния,

аммония и Нг: 31,8, 37,5, 72,6 и 88% соответственно; содержание ионов калия имеет среднюю вариабельность (CV = 16%), а натрия – высокую (CV= 26,4%). В нижележащих горизонтах отмечена очень высокая вариабельность содержания всех ионов – 45,9, 43,6, 30,3, 43,2, 36,4 и 69,4% соответственно.

В гумусовых горизонтах среднесуглинистых разновидностей отмечена высокая вариабельность содержания ионов калия (CV = 22,0%); для содержания остальных ионов вариабельность очень высокая – 31,2, 59,3, 43,9, 49,7 и 57% соответственно. В нижележащих горизонтах отмечена средняя вариабельность содержания ионов кальция, калия, натрия – 17,7, 15,9 и 17,7% соответственно; высокая вариабельность содержания ионов аммония (CV = 20,6%); очень высокая ионов магния и Нг – 34,1 и 40,3%.

Таблица 2 – Физико-химические показатели аллювиальных серогумусовых почв р. Десна*

Горизонт	Обменные основания, мг-экв./100 г					Нг	ЕКО
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺		
Песчаные и супесчаные разновидности							
AY (AYg)	<u>0.63-16.25</u> 4,75	<u>0.13-2.13</u> 1,25	<u>0.09-0.18</u> 0,13	<u>0.08-1.18</u> 0,13	<u>0.03-0.24</u> 0,07	<u>0.41-10.80</u> 2,62	<u>1.74-19.76</u> 10,54
Cg (G)	<u>0.50-19.50</u> 5,38	<u>0.13-4.75</u> 0,88	<u>0.06-0.31</u> 0,10	<u>0.06-0.26</u> 0,14	<u>0.01-0.11</u> 0,03	<u>0.23-17.30</u> 2,31	<u>1.80-36.59</u> 8,82
Легкосуглинистые разновидности							
AY (AYg)	<u>3.25-11.75</u> 8,00	<u>0.38-2.63</u> 1,50	<u>0.13-0.22</u> 0,19	<u>0.09-0.21</u> 0,13	<u>0.02-0.29</u> 0,08	<u>1.18-17.30</u> 2,99	<u>6.87-31.40</u> 13,41
Cg (G)	<u>2.88-16.88</u> 6,88	<u>0.50-2.75</u> 1,19	<u>0.09-0.24</u> 0,12	<u>0.08-0.37</u> 0,13	<u>0.02-0.09</u> 0,04	<u>0.87-10.10</u> 3,86	<u>6.76-25.22</u> 13,39
Среднесуглинистые разновидности							
AY (AYg)	<u>2.75-14.38</u> 9,13	<u>0.13-3.38</u> 1,50	<u>0.17-0.35</u> 0,21	<u>0.03-0.24</u> 0,15	<u>0.06-0.32</u> 0,12	<u>3.19-17.30</u> 8,28	<u>7.60-30.15</u> 22,04
Cg (G)	<u>8.75-14.25</u> 12,69	<u>1.50-3.13</u> 1,81	<u>0.17-0.25</u> 0,18	<u>0.09-0.17</u> 0,14	<u>0.04-0.06</u> 0,04	<u>3.13-7.92</u> 5,11	<u>14.67-23.59</u> 20,75
Тяжелосуглинистые и легкоглинистые разновидности							
AY (AYg)	<u>4.38-21.13</u> 16,25	<u>1.13-4.75</u> 2,63	<u>0.19-0.42</u> 0,27	<u>0.02-0.33</u> 0,16	<u>0.03-0.78</u> 0,09	<u>1.18-17.30</u> 10,40	<u>11.11-42.68</u> 29,77
Cg (G)	<u>12.13-29.88</u> 17,63	<u>1.25-11.63</u> 3,44	<u>0.12-0.39</u> 0,22	<u>0.09-0.55</u> 0,15	<u>0.02-0.07</u> 0,05	<u>1.78-11.20</u> 5,93	<u>19.33-46.47</u> 28,80

*числитель – минимальное и максимальное значение; знаменатель – медиана

В гумусовых горизонтах тяжелосуглинистых разновидностей высокая вариабельность отмечена для содержания обменных кальция и калия

(CV = 25,8 и 23,2%). Для содержания остальных ионов вариабельность очень высокая – 31,5, 41,5, 122,3 и 51,1% соответственно. В нижележащих горизонтах закономерность аналогична, высокая вариабельность содержания ионов кальция и калия (CV = 24,4 и 28,5%) и очень высокая для остальных ионов – 66,8, 63,8, 34,4 и 50,6% соответственно.

Как и в случае аллювиальных слоистых почв, в гумусовых горизонтах серогумусовых почв обменные ионы, по содержанию, составляют следующую убывающую ряд: Ca > Hг > Mg > K > Na > NH₄. В ППК преобладают ионы кальция – 53,1; 62,1; 47,1, 54,6%. Ионы водорода и алюминия (Hг) составляют 29,3, 23,2, 42,7, 34,9%, ионы магния – 14,0, 11,7, 7,7, 8,8% соответственно от песчаных/супесчаных до тяжелосуглинистых разновидностей. Содержание остальных ионов в пределах 0,3-1,5%. В нижележащих горизонтах обменные ионы, по содержанию, составляют следующие убывающие ряды: для песчаных/супесчаных и легкосуглинистых разновидностей Ca > Hг > Mg > Na > K > NH₄; для средне- и тяжелосуглинистых Ca > Hг > Mg > K > Na > NH₄. В ППК преобладают ионы кальция (60,9, 56,3, 63,5 и 64,3% соответственно от более легкого к более тяжелому грансоставу). Ионы водорода и алюминия (Hг) составляют 26,2, 31,2, 25,6 и 21,6%, ионы магния – 9,9, 9,7, 9,1 и 12,5%. Содержание остальных ионов в пределах 0,2-1,5%.

Зависимость изменения ЕКО аллювиальных серогумусовых почв от гранулометрического состава аналогична таковой для аллювиальных слоистых почв. Коэффициент корреляции по Спирмену, между содержанием физической глины и ЕКО, для гумусовых горизонтов составляет 0,81; для нижележащих – 0,91, корреляция значимая. Гумусовый горизонт так же имеет большую ЕКО, по сравнению с нижележащими горизонтами.

Заключение. Содержание обменных катионов в ППК аллювиальных слоистых и аллювиальных серогумусовых почв варьирует в широких пределах, что связано с особенностями почвообразования в пойме р. Десна.

Основная часть ППК заполнена ионами кальция, магния, Нг, составляющих убывающий ряд $Ca > Hg > Mg$. На долю ионов калия, натрия и аммония приходится не более 1,8%. Емкость катионного обмена возрастает с утяжелением гранулометрического состава аллювиальных слоистых и аллювиальных серогумусовых почв. В гумусовых горизонтах она больше, чем в нижележащих при одинаковом грансоставе вследствие влияния органического вещества. Полученные данные позволят корректно вести сельскохозяйственное производство на пойменных угодьях, на научной основе выполняя агромелиоративные мероприятия.

Литература

1. The Influence of Bat Guano on Peat Soil Properties in the Oil Palm Plantations / F. Bafadhal, A. Fauzi, D. Nurani, D.A. Monconegoro // *Journal of Tropical Soils*. – 2023. – Vol. 28, No. 3. – P. 117. – DOI 10.5400/jts.2023.v28i3.117-125.
2. Modeling of Soil Cation Exchange Capacity Based on Chemometrics, Various Spectral Transformations, and Multivariate Approaches in Some Soils of Arid Zones / A.R.A. Mustafa, E.A. Abdelsamie, E.S. Mohamed [et al.] // *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16, No. 16. – P. 7002. – DOI 10.3390/su16167002.
3. Хасанова, А.Х. Физико-химические свойства аллювиальных почв разного хозяйственного использования / А.Х. Хасанова, С.И. Колесников, Л.В. Яковлева // *Естественные науки*. – 2025. – № 2(19). – С. 47-57. – DOI 10.54398/2500-2805.2025.19.2.006.
4. Чекин, Г.В. Изменение параметров плодородия аллювиальных почв мелиорированной поймы р. Десны при использовании в качестве сенокоса / Г.В. Чекин // *Мелиорация и гидротехника*. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 46-65.
5. Лаптева, Е.М. Пойменные почвы речных долин как объект особой охраны в системе ООПТ республики Коми / Е.М. Лаптева, С.В. Денева, С.В. Дегтева // *Труды Карельского научного центра Российской академии наук*. – 2020. – № 8. – С. 46-64. – DOI 10.17076/bg1155.
6. Small-scale spatial variability of Technosol properties in a chronosequence of reclamation of dredged-sediment landfills / B. Betancur-Corredor, Ju. W. Kamau, Ju.S. Perez-Jimenez [et al.] // *Land Degradation and Development*. – 2023. – Vol. 34, No. 12. – P. 3712-3727. – DOI 10.1002/ldr.4715.
7. Шуравилин, А.В. Поглощительная способность аллювиальных почв восточной части дельты Нила / А.В. Шуравилин, М.М.Н. Халел, Е.А. Пивень // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство*. – 2014. – № 2. – С. 33-38.
8. Мартынов, А.В. Ёмкость катионного обмена в пойменных почвах р. Амур: влияние органического вещества на содержание обменных катионов / А.В. Мартынов // *Почвы и окружающая среда*. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 2. – DOI 10.31251/pos.v2i2.65.

References

1. The Influence of Bat Guano on Peat Soil Properties in the Oil Palm Plantations / F. Bafadhal, A. Fauzi, D. Nurani, D.A. Monconegoro // *Journal of Tropical Soils*. – 2023. – Vol. 28, No. 3. – P. 117. – DOI 10.5400/jts.2023.v28i3.117-125.
2. Modeling of Soil Cation Exchange Capacity Based on Chemometrics, Various Spectral Transformations, and Multivariate Approaches in Some Soils of Arid Zones / A.R.A. Mustafa, E.A. Abdelsamie, E.S. Mohamed [et al.] // *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16, No. 16. – P. 7002. – DOI 10.3390/su16167002.
3. Hasanova, A.H. Fiziko-himicheskie svojstva alljuvial'nyh pochv raznogo hozjajstvennogo ispol'zovanija / A.H. Hasanova, S.I. Kolesnikov, L.V. Jakovleva // *Estestvennye nauki*. – 2025. – № 2(19). – S. 47-57. – DOI 10.54398/2500-2805.2025.19.2.006.
4. Chekin, G.V. Izmenenie parametrov plodorodija alljuvial'nyh pochv melioriro-vannoju pojmy r. Desny pri ispol'zovanii v kachestve senokosa / G.V. Chekin // *Melioracija i gidrotehnika*. – 2024. – T. 14, № 3. – S. 46-65.
5. Lapteva, E.M. Pojmennye pochvy rechnyh dolin kak ob#ekt osoboj ohrany v si-steme OOPT respubliki Komi / E.M. Lapteva, S.V. Deneva, S.V. Degteva // *Trudy Ka-rel'skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. – 2020. – № 8. – S. 46-64. – DOI 10.17076/bg1155.
6. Small-scale spatial variability of Technosol properties in a chronosequence of reclamation of dredged-sediment landfills / B. Betancur-Corredor, Ju. W. Kamau, Ju.S. Perez-Jimenez [et al.] // *Land Degradation and Development*. – 2023. – Vol. 34, No. 12. – P. 3712-3727. – DOI 10.1002/ldr.4715.
7. Shuravilin, A.V. Poglotitel'naja sposobnost' alljuvial'nyh pochv vostochnoj cha-sti del'ty Nila / A.V. Shuravilin, M.M.N. Halel, E.A. Piven' // *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Agronomija i zhivotnovodstvo*. – 2014. – № 2. – S. 33-38.
8. Martynov, A.V. Jomkost' kationnogo obmena v pojmnennyh pochvah r. Amur: vlijanie organicheskogo veshhestva na sodержanie obmennyyh kationov / A.V. Martynov // *Pochvy i okružajushhaja sreda*. – 2019. – T. 2, № 2. – S. 2. – DOI 10.31251/pos.v2i2.65.