

22. Сафиоллин Ф.Н. Практические приёмы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья / Ф. Н. Сафиоллин // Кормопроизводство. – 2019. – № 7. – С. 12-18.

23. Состояние мелиоративной отрасли в Республике Татарстан и основные пути её развития / А. М. Сабиров, Д. И. Файзрахманов, А. М. Залаков, А.Ш.Зарипов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 4. – С. 10-15.

24. Сулейманов С.Р. Приоритеты целевой программы «Мелиорация земель в Республике Татарстан на 2014-2020 годы»/С.Р. Сулейманов, Ф.Н. Сафиоллин, М.М. Хисматуллин//Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства: материалы Международной научно-практической конференции

Казанского ГАУ, посвященной 95-летию агрономического факультета. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2014. – 192 с.
https://files.kazgau.ru/files/Science/Sborniki/aktual_nye_voprosy_sovershenstvovaniya_tehnologii_proizvodstva_produkcii_sel_skogo_hozyajstva.pdf

25. Хисматуллин, М. М. Продуктивность и динамика плодородия полей орошения при применении навозных стоков животноводческих комплексов в Республике Татарстан / М. М. Хисматуллин // Плодородие. – 2022. – № 2. – С. 62-67.

26. Шевченко В.А. Мелиорация земель – стратегический фактор устойчивости развития сельского хозяйства в решении продовольственной программы России / В.А. Шевченко, Л.В. Кирейчева // Аналитический вестник. – 2021. – №9. – С. 87-93.

THE ROLE OF LAND RECLAMATION IN IMPROVING AGRICULTURAL PRODUCTION EFFICIENCY AND SOIL FERTILITY: ECONOMIC AND LEGAL ASPECTS

V.G. Sychev – RAS Academician, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
 D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry, e-mail: sychev55@mail.ru
 Mars M. Khismatullin – Doctor of Agricultural Sciences, Kazan State Agrarian University, Kazan, Russian Federation,
 e-mail: rezi-almet@yandex.ru, <https://orcid.org/ORCID:0000-0002-0201-8373>
 Marsel M. Khismatullin – Doctor of Agricultural Sciences, Kazan State Agrarian University, Kazan, Russian Federation,
 e-mail: marselmansurovic@mail.ru, <https://orcid.org/ORCID:0000-0002-1640-9447>

The issues of melioration development in the Republic of Tatarstan and the extent of its influence on the economic efficiency of agricultural production, preservation and improvement of soil fertility are considered in this review article. The economic efficiency of the measures of state support of melioration measures in the Republic of Tatarstan within the framework of the target federal and republican programs has been evaluated. It is established, that on the average in Tatarstan every invested ruble on melioration pays back ten to 50 rubles of the additional production cost. 1,5% of the arable land area on irrigation of the Republic ensures production of 18,5% of gross crop production, the irrigation of perennial cultures allows to receive up to four wholesome cuttings, which ensures a reliable forage basis for the development of animal-breeding branches. Key problems restraining the progressive development of land reclamation, which lie in the legal field, are identified. Measures allowing to increase economic efficiency of agricultural production and soil fertility on the basis of amelioration development are proposed.

Key words: land reclamation, efficiency, soil fertility, state support, legal regulation of land reclamation development.

УДК 631.61:631.41

DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.15

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ТЯЖЁЛОСУГЛИНИСТОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ МЕЛИОРАТИВНОМ ОСВОЕНИИ ЗАКУСТАРЕННОЙ ЗАЛЕЖИ

А.И. Иванов, чл.-корр. РАН, СЗЦППО-ФГБУН СПбФИЦ РАН
ivanovai2009@yandex.ru. Тел.: +7 (911) 082-57-81.

В полевом опыте в травяном севообороте проведена оценка трансформации структурного состояния тяжёлосуглинистой дерново-подзолистой глееватой почвы в процессе мелиоративного освоения закустаренной залежи. В качестве мелиоративных средств использовались продукты переработки древесно-кустарниковой растительности (ДКР) и комплекс традиционных мелиорантов (доломит сыромолотый и птичий помёт). При культуртехническом освоении земель основные показатели структурного состояния почвы снижаются на 9 – 29 %, а при посеве трав – повышаются на 8 – 20 %. Лучшим оструктуривающим эффектом обладает биоуголь, а упрочняющим – древесная зола. Максимальная оптимизация показателей структурности почвы достигнута при совместном применении биоугля с очень высокими дозами комплекса мелиорантов, когда доля агрономически ценных и допрочных агрегатов увеличилась, соответственно, на 31 и 184 % и достигла 80,7 и 59,7 %.

Ключевые слова: закустаренная залежь, дерново-подзолистая почва, древесно-кустарниковая растительность, комплекс мелиорантов, биоуголь, зола.

Для цитирования: Иванов А.И. Структурное состояние тяжёлосуглинистой дерново-подзолистой почвы при мелиоративном освоении закустаренной залежи// Плодородие. – 2023. – №1. – С. 63- 67.
 DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.15.

Эффективное плодородие почв и агромелиоративное состояние сельскохозяйственных угодий Нечернозёмной зоны постепенно ухудшаются [3,7,11]. Сегодня это один из главных рисков для успешной реализации насущных задач обновленной Доктрины продовольственной безопасности РФ [6,9,13]. Его преодоление – одна из базовых целей Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяй-

ственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации до 2030 г. В условиях, когда степень зарастания древесно-кустарниковой растительностью (ДКР) даже пашни в некоторых регионах уже превысила 50 % [1, 5], среднегодовые темпы культуртехнического освоения таких земель должны достигать не менее 0,3-0,5 млн га [2, 5, 9]. При этом ключевыми аспектами эффективности и экологической

безопасности столь масштабных агротехнологических мероприятий выступают воспроизводство почвенного плодородия [7, 8, 12-14] и ограничение эмиссии парниковых газов, направленное на решение задач стратегии низкоуглеродного развития [9, 10].

Применительно к осушаемым почвам тяжелого гранулометрического состава ключевым аспектом ускоренного окультуривания при культуртехническом освоении зарастающих земель является оптимизация их кислотно-основного и агрофизического состояния, определяющего водопроницаемость [3, 5]. Последнее во многом обусловлено особенностями почвенной структуры и её устойчивостью к внешним механическим воздействиям [5, 13]. Формирование агрономически ценных и устойчивых структурных конструкций в дерново-подзолистых почвах напрямую связано с травосеянием, известкованием и применением органических удобрений [13]. Однако роль различных продуктов переработки древесно-кустарниковой растительности в этом аспекте пока изучена недостаточно.

Для оценки различных технологических вариантов освоения закустаренной залежи на тяжёлой дерново-подзолистой почве в 2017 г. было развернуто комплексное исследование [4].

Цель исследований - оценить роль традиционных мелиорантов и продуктов переработки ДКР в оптимизации структурного состояния дерново-подзолистой почвы тяжёлого гранулометрического состава.

Методика. Методической основой исследования выступал мелкоделяночный стационарный полевой опыт в системе травяного севооборота: однолетние травы + многолетние травы – многолетние травы 1-4 года пользования в ООО «София» Тосненского района Ленинградской области. Опыт заложен на осваиваемом закустаренном на 55-85 % угодье со средним запасом надземной биомассы ДКР 104 т/га, используемом ранее в 80-90-е годы в качестве долготерпимого культурного пастбища.

Почва опыта дерново-подзолистая глееватая тяжело-суглинистая, характеризующаяся следующим комплексом показателей: физическая глина – 42,6 %, средняя плотность – 1,42 г/см³, пористость – 44,2 %, наименьшая влагёмкость – 32,6 %, рН_{ксл} 4,27, гидролитическая кислотность – 8,60 сМоль(экв)/кг, сумма обменных оснований – 11,30 сМоль(экв)/кг, степень насыщенности основаниями – 57 %, органическое вещество – 3,87 %, подвижные соединения фосфора и калия 54 и 123 мг/кг соответственно.

Двухфакторная схема полевого опыта включала 5 вариантов по фактору А (продукты переработки ДКР): контроль – без ДКР; щепа ДКР, 100 т/га; сечка ДКР, 100 т/га; биоуголь, 10 т/га; зола, 1,05 т/га. По фактору Б (комплекс местных мелиорантов) в нем изучали 5 различных технологических вариантов послонного применения высоких и очень высоких (20 и 40 т/га) доз птичьего помёта (ПП) в сочетании с 10 т/га вносимого послонно или под вспашку сыромолотого доломита (ДСМ) и калийным удобрением (70 и 140 кг/га К₂O), применяемым под предпосевную культивацию [4].

В статье по данному фактору будут обсуждаться усредненные по вариантам технологий применения данные с дозой ПП 20 т/га (КМ-1) и 40 т/га (КМ-2). Размещение вариантов в опыте систематическое в 3-кратной повторности при общей площади делянки в опыте 3,3 м².

Основные физические и физико-химические свойства изучаемых в опыте мелиорантов представлены в таблице. Они в полной мере отвечали своей природе и технологическим условиям их производства.

Физические и физико-химические свойства мелиорантов							
Показатель	Единица измерения	Параметры по видам мелиорантов					
		щепа	сечка	био-уголь	зола	ПП	ДСМ
Гранулометрический состав: более 10 мм	%	97	12	83	0	Не опр.	0
5-10 мм		3	76	13	0		33
1-5 мм		0	12	3	11		46
менее 1 мм		0	0	1	89		21
Влажность	%	44,1	44,3	0,7	0	67,0	2,8
Зоольность	%	1,91	1,89	7,58	100	39,9	99,7
рН _{вод.}	ед.	Не опр.		7,9	9,9	8,5	не опр.
Нейтрал. способность	%			14	57	11	85

Примечание. ПП – птичий помёт, ДСМ – доломит сыромолотый.

Для изучения структурного состояния почвы образцы массой 1-1,2 кг отбирали из пахотного (22 см) слоя каждой делянки методом конверта с использованием штыковой лопаты. В воздушно-сухом состоянии их подвергали расщепу по методу Н.И. Саввинова с использованием автоматического анализатора AS 200 Control (REtsch GmbH, ФРГ). Водоустойчивость агрономически ценных агрегатов оценивали методом качания сит с использованием прибора И.М. Бакшеева (экспериментальные механические мастерские Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, СССР). Статистическая обработка аналитических данных выполнена дисперсионным методом с использованием программного комплекса Statistica 7.0 («StatSoft, Inc.», США). В данной работе результаты исследования представлены средними значениями отдельных показателей и их доверительными интервалами в форме наименьшей существенной разности, рассчитанной для уровня вероятности 95 %.

Результаты и их обсуждение. До проведения культуртехнических работ структурное состояние аккумулятивного горизонта почвы закустаренной залежи в пределах опыта имело вполне благоприятные параметры: доля агрономически ценной фракции (АЦФ) агрегатов – 63,4 %, коэффициент структурности (Кстр.) – 1,73 ед. при неудовлетворительной устойчивости к разрушающему действию воды [доля водопрочных агрегатов (ВПА) – 24,9 %, коэффициент водопрочности (Квп.) – 0,39 ед.]. Основными факторами структурообразования здесь выступали высокий в пахотных почвах приход органического вещества с отмирающей растительной биомассой и, как следствие, повышенная обеспеченность гумусом в сочетании с механическим действием корневых систем многолетних трав. В негативном влиянии на устойчивость агрегатов к внешним воздействиям доминировали факторы постепенного подкисления почвы и утраты оснований, способствующие пептизации коллоидов, а также необычно низкая для данной разновидности почв доля илистой фракции в её гранулометрическом составе (всего 5,65 %). В таких физико-химических и агрофизических условиях проведение культуртехнических работ во всех вариантах механического воздействия на гумусовый горизонт почвы вызвало разрушение структурных компонентов, сократив в среднем долю агрономически ценных агрегатов до 57,4 %, водопрочных – до 17,8 %, коэффициенты

структурности и водопрочности – до 1,35 и 0,31 % соответственно. В относительном исчислении важнейшие показатели агрегатного состояния почвы при культурно-техническом воздействии утратили от 9 до 29 % от исходного значения.

Исходя из этого, одна из ключевых задач системы воспроизводства плодородия такой почвы заключалась в максимально возможном оструктуривании почвы, на что во многом и были направлены применение комплекса мелиорантов в высоких дозах, а также посев однолетних и многолетних трав.

Воздействие продуктов переработки ДКР на структурное состояние почвы определялось их собственной спецификой (см. табл.), характером взаимодействия с почвой и влиянием на развитие корневых систем трав. Последние играли ключевую роль в восстановлении структурного состояния почвы в контрольном варианте опыта. Им удалось за четыре года увеличить долю агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм) на 4,4 % (8 % отн.), водопрочных агрегатов – на 2,2 % (12 % отн.), коэффициенты структурности и водопрочности – на 0,27 и 0,03 ед. (20 и 10 % отн.) соответственно. Тем не

менее, это не позволило в полной мере преодолеть негативные последствия механического разрушения агрегатов при проведении мероприятий по освоению залежи.

Влияние щепы ДКР на структурное состояние почвы ограничивалось, главным образом, увеличением на 2,8 % доли глыбистых (более 10 мм) включений древесной природы и соответствующим сокращением АЦФ, а также Кстр. на 11 % (отн.) (рис. 1). Мелко измельченная биомасса ДКР в форме сечки, напротив, сокращала их долю на 5,6 %, увеличив АЦФ на 5,8 % и Кстр. – на 0,47 ед., т.е. на 9 и 29 % (отн.) соответственно. При этом водопрочность почвенных агрегатов при запашке в почву щепы и сечки ДКР восстанавливалась заметно слабее, чем в контрольном варианте без участия биомассы ДКР. Вероятными причинами этого являются и ухудшение состояния трав, особенно, в варианте с сечкой [4], и дополнительное выделение в почву низкомолекулярных органических кислот в процессе разложения с участием доминирующей в таких условиях грибной микрофлоры.

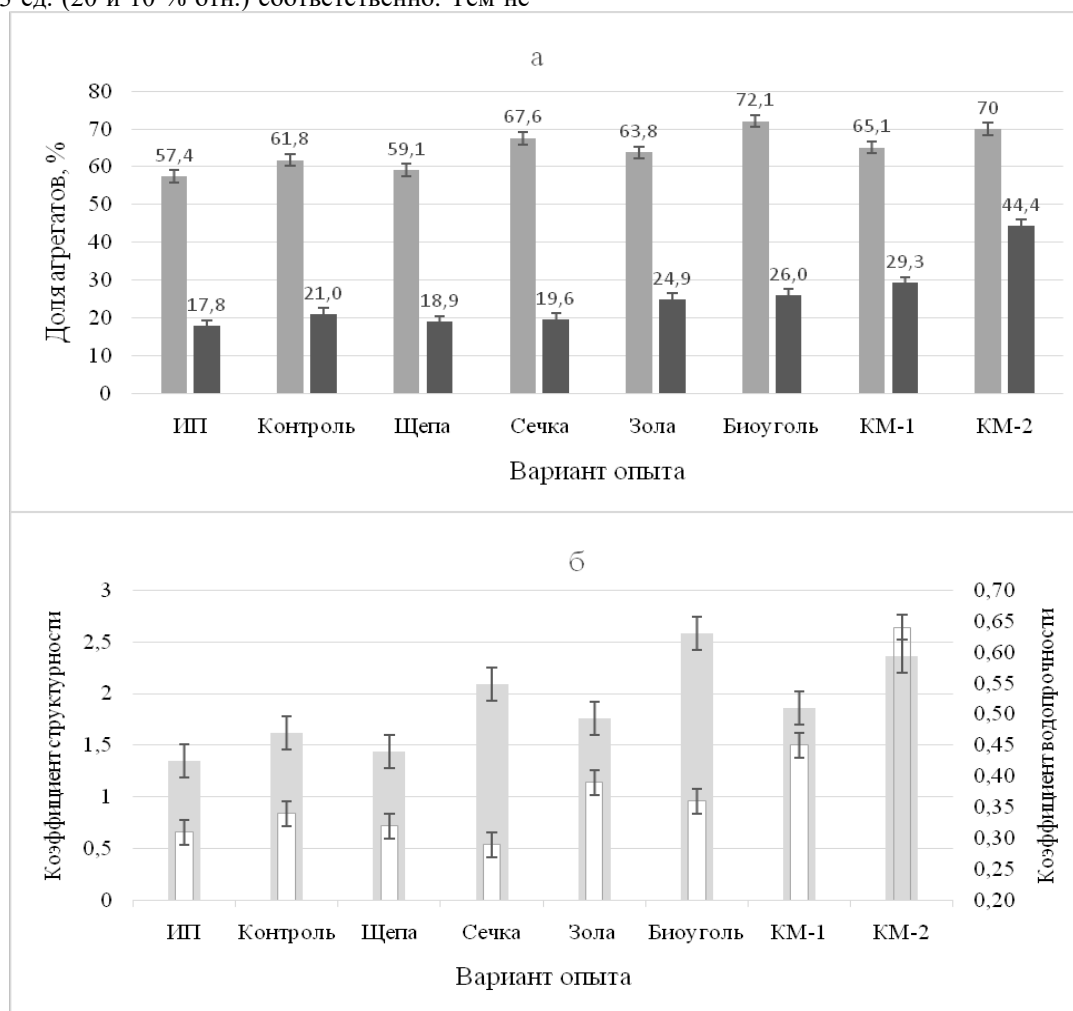


Рис. 1. Зависимость структурного состояния почвы от применения продуктов переработки ДКР и КМ:
а – доля агрегатов; б – коэффициенты структурности и водопрочности
ИПП – исходная почва, ■ – агрономически ценные агрегаты, ■ – водопрочные агрегаты,
□ – коэффициент структурности, □ – коэффициент водопрочности

Преобразование биомассы ДКР через технологическую стадию производства и сжигания топливных брикетов во вполне традиционный мелиорант – древесную золу и её дальнейшее применение вызвало снижение

обменной кислотности почвы на 0,4 ед. рН. Это привело к пептизации части коллоидов и усилению адгезионной способности органоминеральных плёнок на поверхности механических частиц. За счёт этого относи-

тельно контроля увеличилась АЦФ на 2 %, ВПА – на 3,0 %, Кстр. и Квп. – на 0,14 и 0,05 ед. соответственно.

Действие на ППК и состав почвенных агрегатов гораздо менее изученного продукта переработки ДКР – биоугля также носило положительный, но существенно более сложный характер. Он выражался, с одной стороны, в менее выраженном снижении обменной кислотности почвы – всего на 0,2 ед. рН, а, с другой стороны, в поглощении диспергирующих коллоиды агентов. В результате данный мелиорант продемонстрировал лучший оструктурирующий эффект среди всех продуктов переработки ДКР. Относительно контроля уровень АЦФ, ВПА и Кстр. увеличился на 10,3; 5,0 % и 0,96 ед., т.е. в относительном исчислении – на 17, 29 и 54 % соответственно. Биоуголь уступил по эффективности комплексу местных мелиорантов на основе высоких (20 т/га) доз птичьего помета только в аспекте положительного действия на водопрочность почвенных агрегатов.

Положительное влияние последних на структурное состояние тяжелой дерново-подзолистой почвы было ожидаемо высоким, существенно зависящим от уровня дозы ПП и менее зависящим – от способа заделки в почву ДСМ. В почвах из вариантов комплекса мелиорантов (КМ-1 и КМ-2) уровень АЦФ, ВПА, Кстр. и Квп. увеличился в относительном выражении на 5 и 13, 40 и 110, 15 и 107, 32 и 88 % соответственно. В резуль-

тате структурное состояние почвы приобрело отличные кондиции не только по составу агрегатов, но и по их устойчивости к разрушающему действию воды.

И всё же максимальных параметров оптимизации агрегатного состава почвы удалось добиться при сочетании применения комплекса местных мелиорантов с продуктами переработки ДКР (рис. 2). И, если влияние щепы, по-прежнему было негативным, то сечки – положительным. Устойчивый достоверный оструктурирующий эффект сохраняли на фоне КМ зола и биоуголь. Отличных характеристик структурного состояния при их применении удавалось достигнуть уже на фоне комплекса мелиорантов в вариантах КМ-1 с 20 т/га КП, 10 т/га ДСМ и 70 кг/га K_2O . Абсолютный максимум структурообразования, как сложного сочетания физических, физико-химических и биологических преобразований почвы был достигнут в вариантах с совместным применением КМ-2 и биоугля, где на фоне увеличения pH_{KCl} до 5,74 ед., илистой фракции – до 8,1 %, органического вещества – до 5,47 % удалось улучшить АЦФ, ВПА, Кстр. и Квп. на 31, 184, 158 и 118 % соответственно. Прямым следствием этого стали выраженная оптимизация комплекса общих физических и водно-физических свойств почвы и рост продуктивности однолетних и многолетних трав в данных вариантах опыта [4].

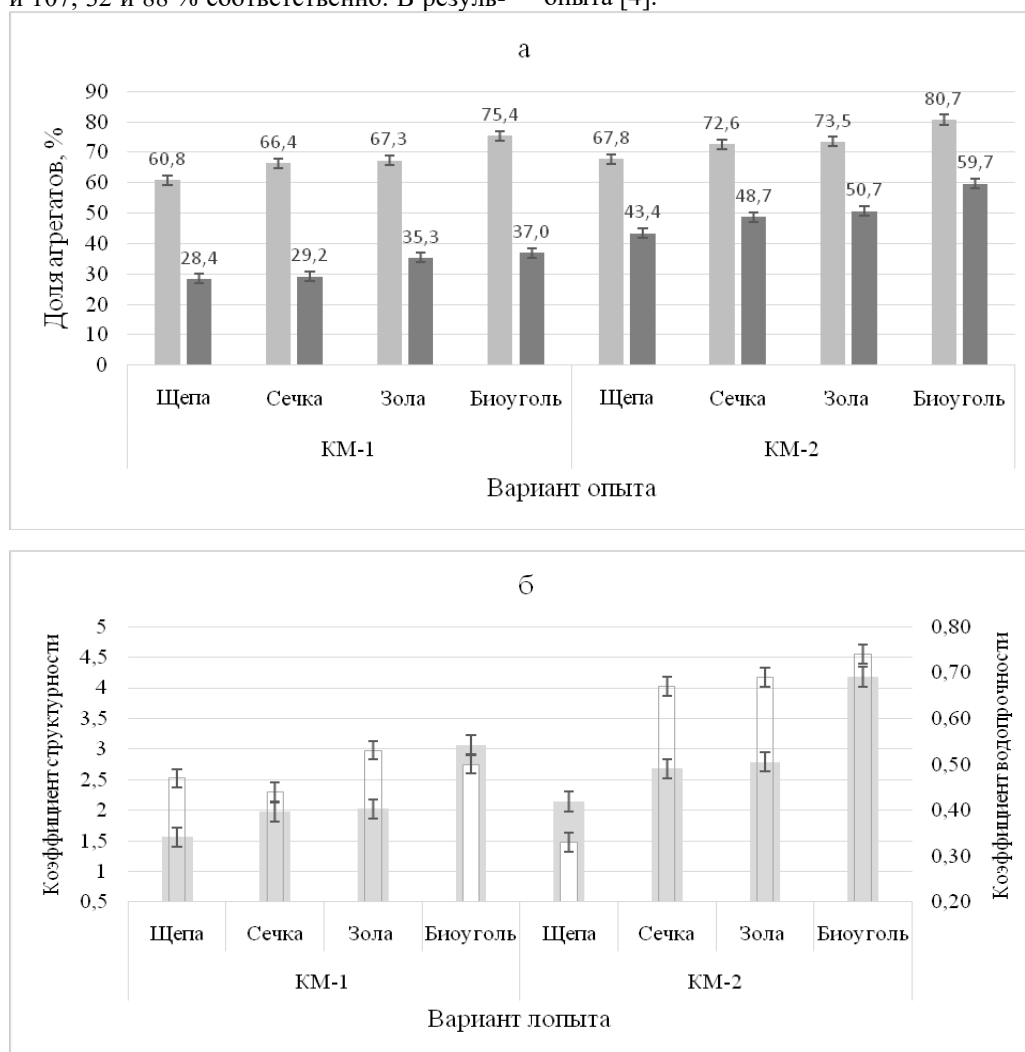


Рис. 2. Зависимость структурного состояния почвы от совместного применения продуктов переработки ДКР и КМ:

а – доля агрегатов; б – коэффициенты структурности и водопрочности
 ■ – агрономически ценные агрегаты, ■ – водопрочные агрегаты,
 □ – коэффициент структурности, □ – коэффициент водопрочности

Заключение. Структурное состояние тяжелосуглинистой дерново-подзолистой глееватой почвы под закустаренной залежью отличается благоприятным агрегатным составом при неудовлетворительной механической устойчивости агрономически ценной фракции. При культуртехническом освоении земель оно подвержено деградации, выраженной в сокращении основных показателей на 9 – 29 %. Его трансформация при применении комплекса традиционных мелиорантов (сыромолотый доломит, птичий помёт) и продуктов переработки ДКР определялась спецификой их состава, характером взаимодействия с почвой и влиянием на развитие корневых систем трав. Посев многолетних трав за четыре года улучшил основные показатели структурного состояния почвы на 8 – 20 %.

По уровню воздействия на агрегатный состав и водопрочность АЦФ продукты переработки ДКР сформировали возрастающие ряды: щепа > зола > сечка > биоуголь и щепа > сечка > биоуголь > зола. Применение биоугля, перспективного для решения проблем технологической углероднейтральности, улучшило основные показатели структурного состояния на 17 – 54 %. Аналогичный эффект от использования комплекса мелиорантов на основе 10 т/га сыромолотого доломита в сочетании с 20 и 40 т/га птичьего помёта достиг 5 – 40 и 13 – 110 % соответственно. При совместном применении продуктов ДКР и комплекса мелиорантов были достигнуты хорошие и отличные параметры агрегатного состава при удовлетворительной и хорошей водопрочности агрономически ценной фракции. Максимум их оптимизации зафиксирован в варианте совместного применения КМ-2 с биоуглем, где доля агрономически ценных и водопрочных агрегатов достигла, соответственно, 80,7 и 59,7 %.

Литература

1. Архипов М.В. и др. Научные основы эффективного использования агроресурсного потенциала Северо-Запада России. – СПб.-Пушкин, 2018. – 135 с.

2. Дубенок Н.Н., Иванов А.И., Чесноков Ю.В., Янко Ю.Г. Актуальные вопросы научного и кадрового обеспечения развития мелиорации в Нечерноземье // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 6. – С. 14-19.
3. Иванов А.И. и др. Актуальные вопросы известкования кислых почв Нечерноземья // Агрохимический вестник. – 2019. – № 6. – С. 3-9.
4. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Соколов И.В. Агрономическая эффективность освоения закустаренной залежи при воспроизводстве плодородия почв // Плодородие. – 2020. – №2. – С. 37-40.
5. Иванов А.И., Янко Ю.Г. Мелиорация как необходимое средство развития земледелия Нечерноземной зоны России // Агрофизика. – 2019. – № 1. – С. 67-78.
6. Иванов А.И. и др. Землепользование России в условиях изменения глобального климата и беспрецедентных социально-экономических вызовов: состояние почвенного (земельного) покрова, тенденции изменения, деградация, методология учета, прогнозы. – М. ООО «Изд-во МБА», 2022. – 100 с.
7. Кирейчева Л.В., Шевченко В.А. Состояние пахотных земель Нечерноземной зоны Российской Федерации и основные направления повышения плодородия почв // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 2. – С. 12-16.
8. Овчинников А.С., Бородых В.В., Шуравилин А.В., Семенов Н.А. Освоение долголетней залежи под сеяные злаковые травы при прямой заправке кустарниковой и лесной растительности // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2017. – № 3. – С.1-12.
9. Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации до 2030 года. Версия 2.0. / Под ред. Митина С.Г., Иванова А.И. – М.: ООО «Изд-во МБА», 2021. – 400 с.
10. Сычёв В.Г., Налухин А.Н. Изменение климата и углеродная нейтральность: современные вызовы перед аграрной наукой // Плодородие. – 2021. – № 5. – С. 3-7.
11. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. – М.: РАН, 2019. – 325 с.
12. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С. 3-13.
13. Шевченко В.А. и др. Агромелиоративные приемы восстановления плодородия деградированных и вышедших из оборота сельскохозяйственных земель и пастбищных территорий. – М.: ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2022. – 205 с.
14. Шевченко В.А. и др. Регулирование баланса потоков биогенных элементов в агроэкосистемах осваиваемых и старопахотных земель Нечерноземной зоны. – М.: ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2022. – 161 с.

STRUCTURAL CONDITION OF HEAVY SOD-PODZOLIC SOIL DURING RECLAMATION DEVELOPMENT OF OVERGROWN DEPOSITS

A.I. Ivanov,

chief research fellow, D. Sc. (Agr.), prof., corresponding member of the RAS, North-West Centre of Interdisciplinary Researches on Problems of Food Maintenance St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

In the field experiment in a grass crop rotation, an assessment of the transformation of the structural state of a heavily loamy sod-podzolic glassy soil in the process of reclamation development of an overgrown deposit was carried out. As reclamation agents, the products of processing of wood and shrub vegetation (DCR) and a complex of traditional meliorants (raw dolomite and bird droppings) were used. During the cultural development of land, the main indicators of the structural condition of the soil decrease by 9 – 29%, and when sowing grasses – increase by 8 – 20%. Bio-coal has the best structuring effect, and wood ash has the strengthening effect. The maximum optimization of soil structure indicators was achieved with the combined use of biochar with very high doses of a complex of meliorants, when the share of agronomically valuable and water-resistant aggregates increased by 31 and 184% and reached 80.7 and 59.7%, respectively.

Keywords: overgrown deposit, sod-podzolic soil, woody and shrubby vegetation, a complex of meliorants, bio coal, ash.