

Shuliko, O. F. Khamova, A. Yu. Timokhin [et al.] // Sci Rep. 12, 14672 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18639-1>.

3. Урожайность зерновых культур и уровень плодородия почвы в зависимости от внесения минеральных удобрений, типа почв в системе севооборота / И.Н. Романова, С.М. Князева, С.Н. Глушаков [и др.] // АгроСнабФорум. – 2016. – № 6(146). – С. 63-65.

4. Еремин Д. И. Минеральные удобрения и плодородие Сибирского чернозема. Результаты многолетних исследований / Д. И. Еремин // Вестник Курганской ГСХА. – 2017. – № 4(24). – С. 36-40.

5. Конова А. М. Влияние длительного применения возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность севооборота / А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 11-5(53). – С. 27-30. – DOI 10.18454/IRJ.2016.53.059.

6. Черноземы: свойства и особенности орошения / В.П. Панфилов, И.В. Слесарев, А.А. Сеньков [и др.], отв. за выпуск С.С. Трофимов: Институт почвоведения и агрохимии СО РАН. – Новосибирск: Новосибирское отд. издательства Наука, 1988. – 256 с.

7. Мищенко, Л.Н. Почвы Западной Сибири: учеб. пособие / Л.Н. Мищенко, А.Л.Мельников. – Омск: ОмГАУ, 2007. – 248 с.

8. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова; под ред. В.К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.

9. Муха, В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В.Д. Муха // Сб. науч. трудов Харьковского СХИ. – Харьков, 1980. – Т. 273. – С. 13-16.

10. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: МГУ, 1970. – 325 с.

11. Кураков А.В. Минеральные удобрения как фактор антропогенного воздействия на почвенную микрофлору / А.В. Кураков, В.С. Гузев, А.Л. Степанов и др. // Микроорганизмы и охрана почв. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – С. 47-85.

12. Коробова Л.Н. Научно-методические рекомендации по использованию микробиологических показателей для оценки состояния пахотных почв Сибири / Л.Н. Коробова, А.В. Танатова и др. // Новосибир ГАУ. – Новосибирск: изд-во НГАУ, 2013. – 38 с.

13. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Г.П. Гамзиков. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. отд-ние, 2013. – 790 с.

14. Усовершенствование системы земледелия на мелиорируемых землях Омской области / В. С. Бойко, А. Ю. Тимохин, С. П. Гавар [и др.]. – Омск : Издательство ИП Макшеевой Е.А., 2018. – 32 с.

15. Кураков А.В. Минеральные удобрения как фактор антропогенного воздействия на почвенную микрофлору / А.В. Кураков, В.С. Гузев, А.Л. Степанов и др. // Микроорганизмы и охрана почв. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – С. 47-85.

16. Содержание лабильного органического вещества в лугово-черноземной почве при длительном применении удобрений / Н. Ф. Балабанова, Н. А. Воронкова, В. Д. Дороненко [и др.] // Земледелие. – 2020. – № 2. – С. 7-9.

17. Чернявских, В. И. Продуктивность бобово-злаковых травосмесей и эффективность их возделывания на склоновых землях Юго-Запада ЦЧЗ / В. И. Чернявских // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 7. – С. 42-45.

18. Хамова О.Ф. Биологическая активность длительно орошаемой лугово-черноземной почвы в условиях интенсивного использования / О.Ф. Хамова, В.С. Бойко, А.Ю. Тимохин, Н.Н. Шулико, Е.В. Тукмачева // Вестник ОмГАУ. – 2019. – № 1 (33). – С. 53-61.

UDC: 579.2:631.8:587:631.4

EFFICIENCY OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS IN IRRIGATED CROPPING ROTATION

**N.N. Shuliko, Cand. Agr. Sci., A.Yu. Timokhin, Cand. Agr. Sci.,
E.V. Tukmacheva, Cand. Biol. Sci., A.A. Veinbender, graduate student
FSBT Omsk agricultural research center, 644012, Russia,
Omsk, Pr. Korolev's 26, e-mail: shuliko-n@mail.ru**

*The studies were carried out in 2020-2022 years in the forest-steppe zone of the south of Western Siberia (Omsk region), in a long-term (43 years) stationary experiment, in variants with an average and high supply of mobile phosphorus (according to Chirikov). Under crops of an eight-field grain-grass crop rotation: perennial grasses (urchin *Dactylis glomerata*, sainfoin (*Onobrychis*)), sorghum (*Sorghum*), the number of various physiological groups of microorganisms, the nitrogen content of nitrates in the arable soil layer, and crop rotation crop yields were determined. The combination of irrigation factors, the use of mineral fertilizers ($N_{60}P_{60}$) in crops of perennial grasses and sorghum stimulated an increase in the number of ammonifying bacteria by 26 and 30%, amylolytic microflora by 41 and 52%, phosphorus mobilizing bacteria by 110 and 28%, cellulose-decomposing microorganisms by 56 and 46% %, respectively, in relation to the control variant. Immobilization processes prevailed in the soil under crops, contributing to the conservation of soil organic matter (immobilization coefficient $MPA/KAA > 1$). With long-term use of nitrogen-phosphorus fertilizers, the level of $N-NO_3$ in the soil was high, its decrease occurred as the plants grew. The studied agricultural practices had the greatest positive impact on the yield of sorghum seeds, the increase in comparison with the control was 1,65 t/ha or 39%. Correlation dependences of medium and strong degree were established between individual groups of soil microorganisms and sorghum yield ($r=0,65$; $r=0,68$, $r=0,71$, $r=0,91$).
Keywords: irrigation, mineral fertilizers, crop rotation, soil microorganisms, nitrate nitrogen, productivity.*

УДК 631.43

DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.20

АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ И ПЛОТНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

**Г.Ю. Рабинович, д.б.н, Е.А. Подолян, к.с.-х.н., Т.С. Зинковская, к.с.-х.н.,
Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»
119017, Москва, Пыжевский пер., д.7, стр. 2
2016vniimz-noo@list.ru**

Дефицит традиционных органических удобрений требует поиска эффективных и в то же время менее затратных технологий поддержания плодородия почв, к которым можно отнести и внесение осадка сточных вод (ОСВ). В представленной работе изучали применение ОСВ г. Твери совместно с торфом, опилками, соломой из расчета 60 т/га удобрительной смеси в звене полевого севооборота. Такие смеси оказывают положительное влияние на агрегатный состав и плотность сложения пахотного горизонта дерново-подзолистой супесчаной почвы. Наибольший эффект наблюдался в вариантах, где соотношение ОСВ и других компонентов (опилок, торфа, соломы) составляло 1:1.

Ключевые слова: осадок сточных вод, удобрительные смеси, физические свойства почвы, агрегатный состав, плотность почвы.

По своим характеристикам и эффективности осадок сточных вод (ОСВ) причисляют к нетрадиционным органическим удобрениям. Его положительное влияние доказано многочисленными исследованиями, в том числе по сопоставлению с действием навоза на плодородие почвы [2, 7]. ОСВ является экономически мало-затратным удобрением, образуемым при очистке сточных вод. Тем не менее, даже в такой развитой стране, как Швеция, лишь около трети (34%) осадка сточных вод ежегодно используется на сельскохозяйственных угодьях в качестве дополнительного ресурса [9]. Это связано с тем, что существуют риски содержания таких веществ, как тяжелые металлы, микропластик, патогены, антибиотики, углеводороды, новые группы опасных химических соединений, которые могут причинить вред здоровью человека и окружающей среде при неправильном обращении [10].

Для снижения указанных рисков разработаны технологии компостирования осадка, которые наиболее распространены в нашей стране [5, 7]. Однако, весомым недостатком метода являются требования к материально-технической базе производства такого компоста. Внесение осадка сточных вод сразу же с иловых карт может быть менее затратной технологией [1, 3, 4] после некоторой стабилизации ОСВ и необходимой дезинфекции на станции очистных сооружений. Но в этом случае его химический состав до конца не сбалансирован и требует дополнительного внесения углеродсодержащих компонентов, таких как торф, опилки, солома.

Как и все органические удобрения, ОСВ содержит гумусовые кислоты. Оказавшись на поверхности элементарных почвенных частиц, они способствуют их объединению в более крупные, в том числе водопрочные агрегаты [11]. Это обуславливает оптимальную пористость почвы, необходимую для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур.

Цель исследования - изучить влияние осадка сточных вод г. Твери с совместным внесением дополнительных органических субстратов (торф, опилки, солома) в виде удобрительных смесей на структурное состояние дерново-подзолистой супесчаной почвы и её плотность, а также на продуктивность звена полевого севооборота.

Обозначенные физические показатели являются одними из важных маркеров состояния почв и уровня плодородия.

Методика. Полевой опыт был проведен в Калининском районе Тверской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (2015-2017 г.). В пахотном слое данная почва имела слабокислую реакцию - pH_{KCl} 5,7, высокую обеспеченность подвижным фосфором (241 мг/кг) и среднюю – подвижным калием (124 мг/кг почвы). Содержание органического вещества - 1,3 %.

Химический состав осадка сточных вод и дополнительных субстратов удобрительных смесей определяли в начале эксперимента. Значение pH осадка было нейтральным (7,5), в то время как субстраты и компост характеризовались слабокислой реакцией (5,1-6,1). В составе ОСВ наблюдалось высокое количество общего азота (3,43 %) и общего фосфора (1,7 %), но низкое общее калия (0,29 %). Содержание макроэлементов в

компостированном осадке было ниже – 2,10 %, 0,33, 0,15 % соответственно. Применяемый в опыте осадок сточных вод имел 33,5 % органического вещества, компост – 44,3 %. В используемых субстратах (опилках, торфе, соломе) зафиксирован низкий уровень питательных веществ (общего азота – 0,10-0,43 %, общего фосфора – 0,13-0,35, общего калия – 0,03-0,80 %), за исключением общего азота торфа, значение которого было близко к содержанию в ОСВ (3,10 %). Вместе с тем, в этих субстратах органическое вещество составляло 44,9-46,6 %.

Прочие показатели ОСВ, такие как количество тяжелых металлов и мышьяка, а также патогенной микрофлоры, яиц геогельминтов и цист кишечных патогенных простейших не превышали ПДК (по ГОСТ Р 17.4.3.07-2001).

Осадок сточных вод вносили в начале эксперимента под глубокую обработку почвы в виде удобрительных смесей с органическими субстратами, которые содержали разное соотношение компонентов ОСВ : наполнитель – 1:1, 1:2, 1:3 из расчета 60 т/га. Полевой опыт имел 11 вариантов: 1. Контроль. 2. Компост на основе ОСВ. 3. ОСВ : опилки 1:1. 4. ОСВ : опилки 1:2. 5. ОСВ : опилки 1:3. 6. ОСВ : торф 1:1. 7. ОСВ : торф 1:2. 8. ОСВ : торф 1:3. 9. ОСВ : солома 1:1. 10. ОСВ : солома 1:2. 11. ОСВ : солома 1:3.

Каждый вариант занимал делянку площадью 6 м² в четырехкратной повторности. Звено севооборота, в котором проводили опыт, включало следующие культуры: вико-овсяная смесь (вика яровая сорта Льговская 22, овёс яровой сорта Кречет), рожь озимая сорта Татьяна, ячмень яровой сорта Гонар.

Агрегатный состав почвы устанавливали методом Н.И. Савинова [8]. Коэффициент структурности ($K_{ст}$) определяли как отношение содержания суммы мезоагрегатов диаметром 0,25-10 мм (в %) к суммарному содержанию структурных отдельностей менее 0,25 мм и более 10 мм (в %), плотность сложения почвы – путём отбора образцов буром Качинского. Учет урожая вели поделочно с пересчетом на 1 га. Математическую и статистическую обработки результатов осуществляли с помощью программы Microsoft Excel 2007 и пакета программ для анализа полевых экспериментов «Ландшафт».

Климатические условия вегетационных сезонов различались влагообеспеченностью и колебаниями температур. В 2015 и 2016 г. сумма температур за вегетацию превышала среднемноголетнее значение, а в 2017 г. – была ниже нормы. ГТК в 2015 г. составлял 1,35, в 2016 г. – 1,46, в 2017 г. – 1,54.

Данное научное направление исследований в настоящее время имеет конкретное продолжение, заключающееся в оценке лучших из отобранных нами смесей под культурами севооборота (картофелем и яровой пшеницей), возделываемыми на дерново-подзолистой окультуренной легкосуглинистой почве со слабокислой реакцией среды и средним содержанием подвижного фосфора и калия. Эти исследования были предварены проведением производственных опытов (2019-2020 г.) на озимой ржи с использованием опилок, торфа и соломы.

Результаты и их обсуждение. Структурное состояние пахотного слоя исходной дерново-подзолистой супесчаной почвы до закладки опыта отнесено к хорошему, коэффициент структурности ($K_{ст}$) достигал 0,76. В распределении агрегатов при сухом просеивании подавляющее большинство (53,3 %) составляли частицы диаметром менее 0,25 мм, в то время как структурные отдельности размером 0,25-10 мм занимали 43,2 % общего объема.

По результатам 3-летнего опыта максимальный эффект на агрегатный состав почвы оказали варианты, где осадок сточных вод вносили вместе с опилками либо торфом в равных долях. К концу вегетационного сезона в год внесения удобрительных смесей (2015 г.) происходило увеличение количества агрономически ценных структурных элементов почвы. Это обусловлено агрегирующей способностью свободных гуминовых кислот в отношении элементарных почвенных частиц. Изменения в распределении агрегатов сказались на повышении $K_{ст}$. В лучших вариантах он составлял 0,91-0,92 и оказался выше вариантов сравнения (табл.).

Коэффициент структурности в слое 0-20 см дерново-подзолистой супесчаной почвы по вариантам опыта

Вариант	Коэффициент структурности ($K_{ст}$)		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1. Контроль	0,79	0,76	0,77
2. Компост	0,89	0,86	0,85
3. ОСВ:опилки 1:1	0,91	0,87	0,85
4. ОСВ:торф 1:1	0,92	0,88	0,86
5. ОСВ:солома 1:1	0,89	0,85	0,83
НСР ₀₅	0,014	0,009	0,003

Изучаемые в опыте удобрительные смеси имели положительное влияние на водоустойчивость агрегатов почвы, когда произошло повышение наиболее ценных из них размером > 0,25 мм. Соответственно количество микроагрегатов в пахотном слое сократилось до 60,3-68,2 % в удобренных вариантах в год прямого действия, в то время как на контроле оно было 71,6 %. Значительная доля агрономически ценной фракции наблюдалась при совместном внесении осадка с торфом, а также с опилками в соотношении 1:1 и составляла не менее 35 % общего количества.

Во второй год проведения опыта (2016 г.) изменение соотношения агрегатов в пахотном слое носило как положительный характер, когда доля мелкокомковатых и зернистых структурных отдельностей повышалась, так и отрицательный, связанный с увеличением микроагрегатов. Последний факт определил снижение коэффициента структурности во всех вариантах опыта. Вероятно, распад агрегатов наиболее ценной фракции был обусловлен неравномерным выпадением осадков и влажностью почвы. При рассмотрении отдельных вариантов опыта преимущество сохраняло внесение осадка сточных вод вместе с торфом в равных долях. При этом значение $K_{ст}$ превышало контроль на 15,8 % и приближалось к уровню, полученному от готового компоста. Варианты с аналогичным соотношением компонентов, но с различными наполнителями (солома, опилки) также поддерживали $K_{ст}$ выше удобрительных смесей с соотношением 1:2 и 1:3. Доля агрегатов >0,25 мм в удобренных вариантах опыта колебалась от 13 до 17 %, что означало снижение способности почвы противостоять размыванию.

В третий год (2017 г.) продолжилась тенденция спада агрегатов агрономически ценной фракции в целом по опыту, что привело к дальнейшему уменьшению коэффи-

циента структурности. Погодные условия в течение данного вегетационного сезона были крайне неблагоприятными: среднегодовое количество выпавших осадков превышало норму, температура воздуха с мая по июль была ниже средних многолетних значений. Несмотря на это обстоятельство, смеси с соотношением 1:1 поддерживали $K_{ст}$ выше уровня до закладки опыта, при этом его значения были выше контроля на 10,7-11,2 %. Следует отметить, что как и в предыдущие годы, при увеличении доли наполнителя в смеси коэффициент структурности снижался. Водоустойчивость агрегатов оставалась на том же уровне с содержанием структурных отдельностей свыше 0,25 мм 13-16 %, который поддерживался пополнением почвы соединениями гумуса внесенных удобрений.

Определение плотности дерново-подзолистой супесчаной почвы в слое 0-20 см выявило, что эффективность внесения ОСВ совместно с дополнительными субстратами в отношении данного показателя была неодинакова в зависимости от состава смеси. На контроле плотность составляла в среднем за вегетационный период года прямого действия 1,11 г/см³ и характеризовалась естественным уплотнением к концу сезона. Существенное влияние относительно контроля имели смеси ОСВ с дополнительными субстратами в соотношении 1:1, когда разница составляла 0,09-0,13 г/см³. Среди них наибольшее разуплотняющее действие оказало совместное внесение ОСВ и торфа в соотношении 1:1 (рис. 1). При этом плотность не превышала 0,98 г/см³ в слое 0-20 см и была ниже контроля в среднем за вегетационный сезон 2015 г. на 11,7 %. Изменения по отношению к контролю в вариантах с соотношениями 1:2 и 1:3 были незначительными.

В последствии (2016–2017 г.) смеси ОСВ с торфом в соотношении 1:1 плотность сложения почвы оставалась в среднем ниже других вариантов опыта, в том числе относительно контроля на 5–13 %. Следует отметить, что плотность сложения почвы при использовании свежего ОСВ со всеми органическими наполнителями в соотношении 1:1 на протяжении трех лет исследований оказывалась ниже варианта опыта с применением готового компоста.

Рассматривая первый год последствия (2016 г.), можно отметить, что плотность почвы в вариантах при внесении ОСВ : наполнитель – 1:1 несколько возросла, по сравнению с предыдущим годом, и составила 1,08-1,12 г/см³. В остальных вариантах она была также несколько выше, однако различия между показателями видов удобрительных смесей незначительны. Между вариантом с готовым компостом и смесью ОСВ с торфом (1:1) отмечалась достоверная разница, которая составляла 0,10 г/см³.

Во второй год последствия в начале вегетационного сезона сказалось влияние предпосевной обработки почвы. Тем не менее, в целом сохранилась тенденция предыдущих лет, когда почва удобренных вариантов была менее плотной по сравнению с показателем контрольного варианта опыта. К концу эксперимента в вариантах опыта, где вносили ОСВ с опилками и торфом в равных долях, плотность почвы сохранила свой исходный уровень. Таким образом, внесение в дерново-подзолистую супесчаную почву ОСВ совместно с органическими субстратами оказывало разуплотняющее действие, что особенно заметно при наибольшей дозе (30 т/га), т.е. при его соотношении с углеродсодержа-

щими наполнителями 1:1. В этом случае удобрительные смеси не уступали по своему действию готовому компосту.

Положительное влияние удобрительных смесей на почвенные показатели способствовало повышению урожайности полевых культур звена севооборота (рис. 2). Так, в год внесения ОСВ совместно с дополнительными субстратами достоверная прибавка зеленой массы вико-овсяной смеси к контролю (27,5 т/га) составила от 10,5 до 20,5 т/га в зависимости от вида удобрительной смеси. Среди них наиболее высокая урожайность отмечена при внесении ОСВ и торфа (49,5 т/га), а также

ОСВ и опилок (48,0 т/га) в соотношении 1:1. При этом урожайность при использовании удобрительных смесей достоверно была выше, чем в варианте с компостируемым осадком (36,0 т/га). В последствии отмечена также повышенная урожайность культур при внесении смесей с компонентами, вносимыми в равных долях, относительно остальных вариантов опыта. Продуктивность озимой ржи от использования этих смесей в среднем была достоверно выше контроля на 1,7 т/га, компоста – на 0,6 т/га, математически доказанная прибавка урожайности ярового ячменя к контролю составила 1,1 т/га, а к компосту – 0,2 т/га.

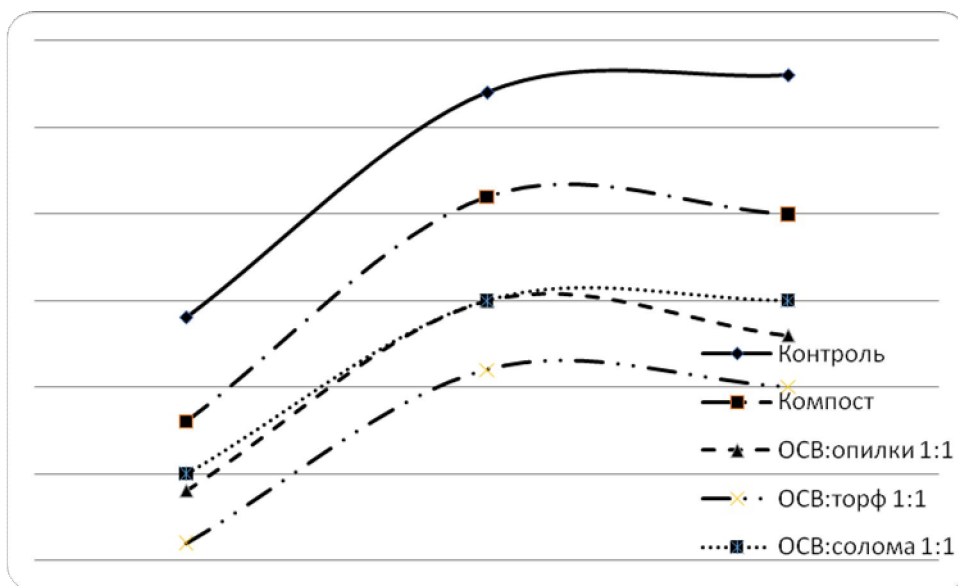


Рис. 1. Плотность сложения почвы в слое 0-20 см по вариантам опыта, г/см³

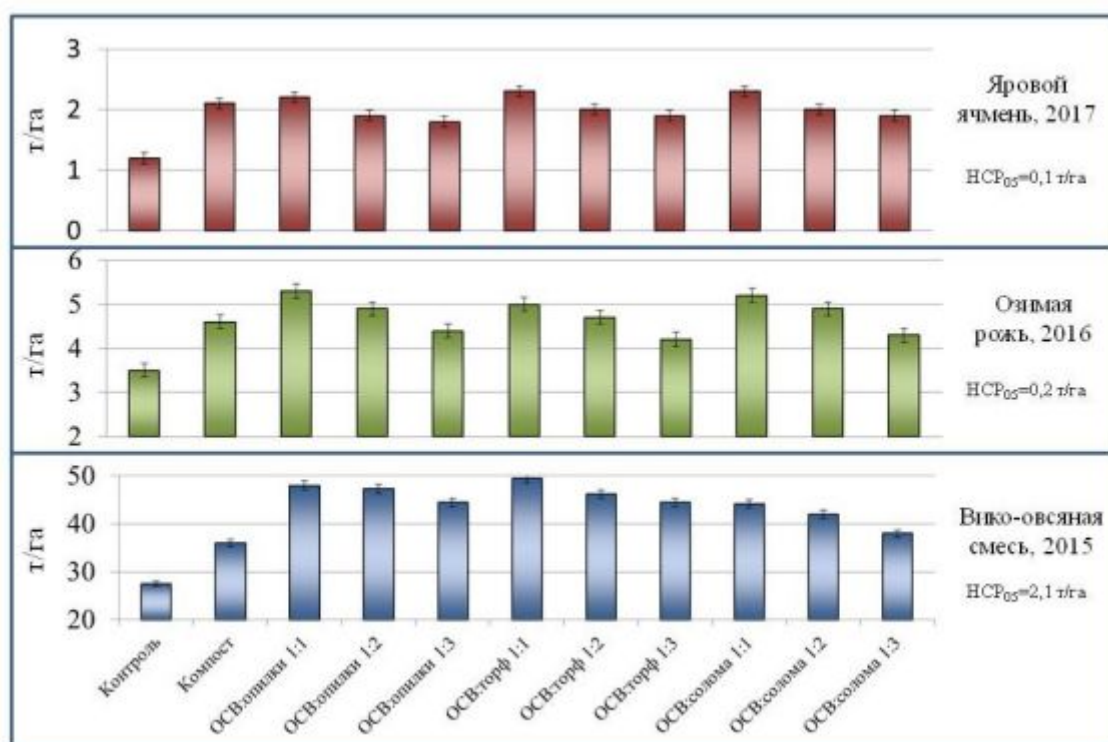


Рис. 2. Урожайность культур звена полевого севооборота в опыте

Заключение. Внесение осадка сточных вод совместно с дополнительными компонентами (опилками, торфом, соломой) в соотношении 1:1 из расчета 60 т/га смеси способствовало наиболее высокому содержанию агрегатов агрономически ценной фракции в слое 0-20 см дерново-подзолистой супесчаной почвы в течение трёхпольного севооборота, которое варьировало от 43 до 48 %.

Коэффициент структурности ($K_{ст}$) вариантов удобрительных смесей с соотношением компонентов 1:1 на протяжении трёх лет исследований по существующей градации соответствовал хорошему структурному состоянию почвы. Данный показатель был выше контроля на 8-16 % и не опускался ниже исходного уровня.

Плотность сложения дерново-подзолистой супесчаной почвы в вариантах с соотношением 1:1 (0,98-1,14 г/см³) была ниже по сравнению с контролем (1,08-1,26 г/см³) в течение трёх лет опыта. Кроме того, показатель данных вариантов превалировал над компостом на 0,08-0,10 г/см³.

Вносимые удобрительные смеси обеспечили прирост урожайности культур звена севооборота относительно контрольного варианта опыта. Наиболее высокие показатели получены при использовании в качестве наполнителя торфа, соломы и опилок в равных долях с осадком сточных вод. Отмечено снижение урожайности по мере расширения соотношения органического субстрата к ОСВ.

Литература

1. Байбеков Р.Ф. и др. Изучение удобрений на основе осадков сточных вод / Р.Ф. Байбеков, Г.Е. Мерзлая, О. А. Власова, А.Н. Налиухин // Агрохимический вестник. - 2013. - № 6. - С. 28-30.
2. Бирюкова О.Н., Бирюков М.В. Влияние препарата Гумат-Са на агрегатный состав почв // Вестник Московского университета. Сер. 17// Почвоведение. - 2009. - № 3. - С. 32-36.
3. Васбиева М.Т., Косолапова А.И. Изменение показателей плодородия дерново-подзолистой почвы и содержания в ней тяжелых металлов в результате длительного применения осадков сточных вод // Почвоведение. - 2015. - № 5. - С. 580-586.
4. Васенев И.И., Сюняев Н.К., Бадарч Б. Агроэкологическая оценка характерных для Калужской области старопашотных легких дерново-подзолистых почв после неоднократного применения свежих и обезвоженных осадков сточных вод // Достижения науки и техники АПК. - 2012. - №10. - С. 12-16.
5. Жигарева Ю.В. Оценка эффективности применения осадков сточных вод при возделывании картофеля // Вестник АГУ. - 2018. - №1 (216). - С. 117-122.
6. Касатиков В.А. Влияние мелиоративных приемов на миграцию тяжелых металлов в дерново-подзолистой супесчаной почве // Мелиорация. - 2018. - № 4 (86). - С. 72-77.
7. Межевова А.С., Волчкова Е.В., Азаров А.С. Физико-химические свойства, микроструктура осадка сточных вод, изучение его влияния на продуктивность сафлора при различной обработке почвы // Научно-агрономический журнал. - 2021. - № 4 (115). - С. 18-24.
8. Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р. А. Трансформация токсичных осадков сточных вод в экологически безопасные удобрения // Химическая безопасность. - 2018. - Т. 2. - № 1. - С. 180-190.
9. Соколов А.В. Агрохимические методы исследований. 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Наука, 1975. - 656 с.
10. Ekane N., Barquet K., Rosemarin A. Resources and Risks: Perceptions on the Application of Sewage Sludge on Agricultural Land in Sweden, a Case Study. // Front. Sustain. Food Syst. 2021. №5. In link: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.647780/full>
11. Hudcova H., Vymazal J., Rozkosny M. Present restrictions of sewage sludge application in agriculture with the European Union // Soil Water Res. 2019. № 14. Pp. 104-120.

AGGREGATE COMPOSITION AND DENSITY OF SODDY-PODZOLIC SANDY LOAMY SOIL UNDER THE INFLUENCE OF FERTILIZER MIXTURES BASED ON SEWAGE SLUDGE

G. Yu. Rabinovich, E.A. Podolyan, T.S. Zinkovskaya

Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Pyzhevsky per., 7, bld. 2,
119017, Moscow, Russia, 2016vniimz-noo@list.ru

The shortage of traditional organic fertilizers requires the search for effective and at the same time less costly technologies for maintaining soil fertility, which include the introduction of sewage sludge. In the presented work, the use of sewage sludge from the city of Tver together with peat, sawdust, straw at the rate of 60 t/ha of a fertilizer mixture in a field crop rotation link was studied. Such mixtures have a positive effect on the aggregate composition and density of the arable horizon of the soddy-podzolic sandy loamy soil. The greatest effect was observed in variants where the ratio of sewage sludge and other components (sawdust, peat, straw) was 1:1.

Key words: sewage sludge, fertilizer mixtures, soil physical properties, aggregate composition, soil density.