

Литература

1. Моисейченко В.Ф., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в агрономии. – М.: Колос, 1996. – 335 с.
2. Шильников И.А., Ермолаев С.А., Аканова Н.И. Баланс кальция и динамика кислотности пахотных почв в условиях известкования. – М.: ООО «Технология», 2006. – 158 с.
3. Гладышева О.В., Гвоздев В.А., Пестряков А.М. Динамика основных элементов почвенного плодородия почв Южной и Юго-западной части Рязанской области//Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 6.
4. Андрияшина Н.А., Бацанов И.С., Будина Л.В., Гриневич В.Ф. и др. Методика исследований по культуре картофеля. – М.: ВНИИКС, 1967. – 268 с.
5. Арнаутков В.В., Ильин В.Ф. и др. Агротехника картофеля. – М.: Огиз-Сельхозгиз, 1945. – 160 с.
6. Давыдовский К. От чего зависит вкус картофеля?// Картофельная система. – 2013. – №1. – С.32.
7. Кориунов А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. – М.: ВНИИКС, 2001. – 369 с.
8. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. – М.: НИИКС, 1989. – 142 с.
9. Руководство по методам контроля качества и безопасности БАД к пище (Метод И.К. Мурри) / Руководство Р 4.1.1672-03. – М., 2004. – С. 72.
10. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Модель эффективного управления продукционным процессом формирования урожая и качества картофеля. – М.: ФГБНУ ВНИИКС, 2016. – 47 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1965. – С. 336-355.

EFFICIENCY OF WASTE SODA PRODUCTION, AS A LIME RECLAMATION AGENT FOR AGRICULTURE

N.I. Akanova¹, D.B.N., P.M. Orlov¹, R.R. Zinatullin², LLC "Regis-Ufa", M.O. Smirnov¹

¹FGBNU "All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov"

127434, 31a Pryanishnikova str., Moscow, Russia

²ООО "Regis-Ufa", Republic of Bashkortostan

The article presents the results of a study of the agroecological efficiency of soda production waste – Lime reclamation for agriculture. It was found that the introduction of Meliorant contributed to a significant improvement in the acid-base properties of slightly acidic turf-podzolic soil, while an increase in the yield of barley grain was revealed against the background of doses of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 g.k. by 14.1, 19.4, 24.0 and 25.9%, respectively, and potato tubers by 14.7-25.9%, respectively.

Keywords: soil acidity, liming, fertility, yield, barley, potatoes, product quality.

УДК631.5; 631.6; 911.2

DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.17

ВЛИЯНИЕ ОСУШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ РЖИ

М.В. Рублюк, к.с.-х.н., Д.А. Иванов, д.с.-х.н., О.В. Карасева, к.с.-х.н.,

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева»

119017, Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр.2,

e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru, +7(4822) 378-586

Исследования проводили в 2019-2021 г. с целью изучения влияния осушаемых агроландшафтов на свойства дерново-подзолистой почвы и элементы структуры урожая при возделывании озимой ржи в стационарном полевом опыте, расположенном в пределах конечно-моренного холма в Тверской области. Схема опыта включает следующие варианты: агромикрорландшафты (фактор А) – транзитно-аккумулятивный южного склона; транзитный южного склона; элювиально-транзитный южного склона; элювиально-аккумулятивный (вершина холма); элювиально-транзитный северного склона; транзитный северного склона; транзитно-аккумулятивный северного склона и годы исследований (фактор В) – 2019, 2020, 2021. Установлено, что по плотности почвы в слое 0-20 см под посевом озимой ржи отмечены отклонения от средних значений на 0,02-0,04 ед., при этом плотность имела минимальное значение (1,26 г/см³) в транзитном варианте южного склона. Наименьшая влагоемкость возрасла на структурных легкосуглинистых почвах северного склона – до 22,3-27,1%. Максимальное увеличение данного показателя (на 5,2%) по сравнению со средней величиной по опыту получено в нижней части склона северной экспозиции. Наиболее высокие значения порозности почвы под посевом озимой ржи зафиксированы в транзитных вариантах южного склона, общей порозности – в транзитном варианте – 51%, аэрации – в транзитно-аккумулятивном микрорландшафте – 32,6%. Максимальный показатель биологической активности почвы получен в элювиально-аккумулятивном агромикрорландшафте (вершина холма) – 69,3%. Прибавка величины этого показателя составила 16,6%. Максимальное количество продуктивных стеблей отмечено в элювиально-транзитном варианте северного склона и в транзите южного склона, что составило, соответственно, 413 и 410 шт/м². Наибольшая масса зерна озимой ржи с 1 колоса зафиксирована на вершине и в нижней части северного склона – 1,45 и 1,44 г соответственно. Максимальная масса 1000 зерен озимой ржи (27,3 г) получена в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона, увеличение составило 1,2 г по сравнению со средней по опыту. Урожайность озимой ржи в среднем за три года была максимальной в элювиальных агроландшафтах – 4,0 и 4,21 т/га. Прибавка величины данного показателя в элювиально-транзитном и элювиально-аккумулятивном вариантах составила, соответственно, 16,6 и 20,9% по сравнению со средней по опыту. В исследованиях отмечена сильная корреляционная связь урожайности озимой ржи с количеством зерен в колосе ($r=0,82$), массой зерен с 1 колоса ($r=0,72$) и средняя – с количеством продуктивных стеблей с единицы площади ($r=0,62$). Обратная корреляционная зависимость получена между урожайностью и порозностью почвы ($r=-0,61$).

Ключевые слова: агроландшафт, склон, свойства почвы, плотность, порозность, биологическая активность, элементы структуры, озимая рожь, урожайность.

Для цитирования: Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В. Влияние осушаемых агроландшафтов на свойства почвы и элементы структуры урожая озимой ржи// Плодородие. – 2023. – №1. – С. 72-76.

DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.17.

Основным фактором варьирования свойств почв в агроландшафтах служит неоднородность морены – почвообразовательной породы, наиболее широко распространенной в Нечерноземье [3]. Являясь конгломератом суглинка, песка и камней, она, залегающая на разных глубинах, обуславливает мозаичность почвенного покрова. Пестрота почвенного покрова приводит к неоднородности урожаев культур, сгладить которую можно с помощью различных агротехнологических приемов. К технологическим факторам, обеспечивающим реализацию биологического потенциала культуры через количество и качество урожая, относятся адаптивный сорт, качественный семенной материал, предшественники и др. [4,12,13]. Отсутствие адаптации технологии к ландшафтным условиям приводит к активизации деградационных процессов в почвах, в частности, к их эрозионному смыву. Рост площадей эродированных почв способствует уменьшению выхода растительной продукции [14]. Под влиянием многолетнего использования земель ускоряются процессы минерализации органического вещества, повышается плотность почвы [8,11]. Показатели почвенного покрова изменяются в зависимости от агроландшафтного устройства территории. В ряде работ [6, 16] показано, что обеспеченность фаций элементами питания изменялась по мере движения от элювиального к трансэлювиально-аккумулятивному агромикрорландшафту. Установлено, что плотность почвы увеличивается от вершины вниз по северному склону [8]. При улучшении условий минерального питания в равнинных ландшафтах возрастает продуктивность возделываемых культур [5].

На продуктивность возделываемых культур оказывают влияние факторы жизни растений. Один из них – вносимые удобрения. Использование гранулированных удобрений при дефиците влаги не всегда дает положительный эффект [10]. Урожайность озимой ржи изменяется в зависимости от применяемых доз NPK [9]. Урожайность зерновых культур имеет корреляционную зависимость от агроклиматических показателей, качества почвы [15], а также количества и массы зерен в колосе [2,17].

Цель исследований – изучить влияние природной среды осушаемого агроландшафта на свойства дерново-подзолистой почвы и элементы структуры урожая озимой ржи сорта Дымка.

Методика. Изучение влияния агроландшафта на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность озимой ржи проводили в 2019-2021 г. на опытном стационаре «Губино» (ВНИИМЗ), заложенном в 1997 г. В опыте расположен зернотравяной севооборот: 1 – яровая пшеница; 2 – рапс (на сидерат); 3 – озимая рожь; 4 – овес + травы; 5 – травы 1-3-го г. п. Кроме подкормки зерновых в фазе кущения (100 кг/га аммиачной селитры), внесение удобрений в почву не проводилось.

В пределах вершины холма, разных склонов (южного и северного) и межхолмных депрессий расположены агромикрорландшафты, которые являются вариантами опыта: 1. Т-Аю – транзитно-аккумулятивный южного склона; 2. Тю – транзитный южного склона; 3. Э-Тю – элювиально-транзитный южного склона; 4. Э-А – элювиально-аккумулятивный (вершина холма); 5. Э-Тс – элювиально-транзитный северного склона; 6. Тс – транзитный северного склона; 7. Т-Ас – транзитно-аккумулятивный северного склона.

Почва опытного участка – дерново-сильноподзолистая остаточного-карбонатная глееватая. Гранулометрический состав почвы на южном склоне и на вершине – супесчаный, а на склоне северной экспозиции – легкосуглинистый. Почвообразующие породы сформированы на двухчленных отложениях. На склоне южной экспозиции морена находится на глубине свыше 1 м, а на северном – 0,5-0,6 м, местами выходит на поверхность. Объект осушен закрытым гончарным дренажем, который расположен на глубине 1 м. Расстояние между дренами в элювиальных, транзитных и транзитно-аккумулятивных агроландшафтах 40, 30 и 20 м соответственно.

В ходе наблюдений определяли водно-физические и биологические свойства почв, а также элементы структуры урожая озимой ржи, произрастающей на них. Изучение плотности почвы проводили буровым методом [1]. Порозность почвы (общую и аэрацию) определяли расчетным методом по Кирсанову. Биологическую активность почвы устанавливали методом «аппликаций», срок экспозиции 45 сут [7].

Статистическая обработка результатов исследований выполнена корреляционным и дисперсионным методами с использованием компьютерных программ – STATGRAFICS, EXCEL 2007. В двухфакторном дисперсионном анализе фактором А являются агромикрорландшафты: Т-Аю, Тю, Э-Тю, Э-А, Э-Тс, Тс, Т-Ас; фактором В – годы исследований: 2019, 2020, 2021.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов 2019, 2020 и 2021 г. были удовлетворительные. В начальный период развития растений (май) температура воздуха в 2019 и 2021 г. была выше нормы на 2,8 и 1,5% соответственно и ниже на 1,3% в 2020 г. Количество осадков за данный период составило 66, 54 и 191% от нормы. В июне температура воздуха в годы исследований была выше нормы на 1,7-3,4 %. Количество осадков за этот период: в 2019 г. – 51%, а в 2020 и 2021 – 112 и 140% нормы соответственно. Июль характеризовался снижением температуры воздуха в 2019 и 2020 г. (на 1,5 и 0,2%) и повышением на 3,5 % – в 2021 г. За этот период количество осадков выпало, соответственно, 51, 163 и 23 мм (54, 173 и 25% от нормы).

Сумма температур за период вегетации в 2019, 2021 и 2020 г. составила 2214, 2202 и 2094°C соответственно, сумма осадков – 310, 212 и 475 мм. По гидротермическому коэффициенту (ГТК) 2019 г. характеризовался как среднесухой (1,33), 2020 г. – избыточно влажный (2,26) и 2021 г. – засушливый (0,96).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы в слое 0-20 см по изучаемым агроландшафтам представлены в таблице 1.

1. Изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы в слое 0-20 см в зависимости от осушаемых агроландшафтов (2021 г.).

| Вариант опыта | pH _{KCl} | N _{лг.} | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Ca | Mg | Гумус |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------|------|-------|
| | | мг/кг почвы | | | | | % |
| Т-Аю | 5,62 | 52,1 | 432 | 111 | 39,9 | 11,1 | 2,42 |
| Тю | 5,41 | 72,1 | 277 | 119 | 37,9 | 8,68 | 2,71 |
| Э-Тю | 5,51 | 56,9 | 191 | 193 | 35,2 | 5,07 | 2,27 |
| Э-А | 5,75 | 55,1 | 205 | 163 | 52,0 | 5,07 | 2,69 |
| Э-Тс | 5,52 | 66,9 | 125 | 100 | 41,6 | 5,63 | 3,15 |
| Тс | 6,0 | 66,3 | 147 | 106 | 69,7 | 11,2 | 3,29 |
| Т-Ас | 5,91 | 70,9 | 215 | 96,5 | 77,2 | 8,80 | 3,21 |
| Среднее | 5,67 | 62,9 | 227 | 127 | 50,5 | 8,0 | 2,82 |
| НСР ₀₅ | 0,37 | 14,0 | 106 | 37,7 | 27,3 | 4,51 | 0,69 |

Обменная кислотность почвы в пределах агроландшафта варьировала от 5,41 до 6,0 ед. Наиболее кислая реакция почвенного раствора отмечена в Тю (повышение составило 0,26 ед.) по сравнению со средней по опыту. В транзитных вариантах склона северной экспозиции обменная кислотность была близка к нейтральной (5,91 – 6,0 ед.). Снижение кислотности почвы в Т-Ас и Тс составило, соответственно, 0,24 и 0,33 ед. по сравнению с средней по опыту. Содержание легкогидролизуемого азота – от 52,1 до 72,1 мг/кг почвы. Наибольшее количество азота отмечено в транзитных вариантах: в Т-Ас и Тю, соответственно, 70,9 и 72,1 мг/кг почвы. Его повышение составило, соответственно, 8 и 9,2 мг/кг почвы. Подвижного фосфора содержалось в почве от 125 до 432 мг/кг. Его содержание возрастало в вариантах южного склона и на вершине и снижалось на северном склоне. Наиболее высокое содержание фосфора отмечено в транзитно-аккумулятивном микроландшафте южного склона (повышение составило 205 мг/кг почвы). Содержание обменного калия 96,5 – 193 мг/кг почвы. Максимальное его количество отмечено в варианте 3 (в Э-Тю) – 193 мг/кг почвы. Наименьшее количество обменного калия в почве транзитно-аккумулятивного АМЛ северного склона. Его снижение составило 30,5 мг/кг почвы. Количество микроэлементов (кальция и магния) в почве среднее. Наиболее высокое содержание микроэлементов наблюдалось в вариантах северного склона: в Т-Ас – 77,2 мг/кг кальция и в Тс – 11,2 мг/кг магния. Содержание гумуса в почве изучаемых агроландшафтов 2,28–3,29 %. Максимальное значение данного показателя отмечено в транзитном варианте северного склона – 3,29 %. Его повышение составило 0,47ед. По содержанию гумуса в почве осушаемых агроландшафтов отмечено его повышение на северном склоне и снижение в вариантах южного склона. Это объясняется структурой почвы, гранулометрическим составом (в вариантах южного склона почва супесчаная, а на северном – легкосуглинистая) и степенью гидроморфизма.

Свойства дерново-подзолистой почвы при возделывании озимой ржи изменялись в зависимости от изучаемых агроландшафтов. Плотность почвы в слое 0-20 см в среднем за 2019-2021 г. от 1,26 до 1,34 г/см³ (табл. 2).

2. Изменение свойств дерново-подзолистой почвы в слое 0-20 см в зависимости от осушаемых агроландшафтов при возделывании озимой ржи (в среднем за 2019-2021 г.)

| Вариант опыта | Плотность почвы, г/см ³ | Наименьшая влагоемкость (НВ) | Общая порозность | Порозность аэрации | Биологическая активность |
|-------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------|--------------------|--------------------------|
| | | | % | | |
| Т-Аю | 1,30 | 17,8 | 50,6 | 32,6 | 42,3 |
| Тю | 1,26 | 20,4 | 51,0 | 29,5 | 52,1 |
| Э-Тю | 1,32 | 21,7 | 45,2 | 23,1 | 56,4 |
| Э-А | 1,30 | 19,6 | 47,4 | 25,7 | 63,1 |
| Э-Тс | 1,28 | 22,3 | 48,6 | 27,3 | 22,2 |
| Тс | 1,34 | 24,1 | 49,7 | 23,7 | 46,8 |
| Т-Ас | 1,33 | 27,1 | 49,4 | 23,3 | 42,6 |
| Среднее | 1,30 | 21,9 | 48,8 | 26,4 | 46,5 |
| НСР ₀₅ | 0,06 | 4,87 | 2,42 | 5,36 | 24,6 |

По плотности почвы под посевом озимой ржи отмечены отклонения от средних значений на 0,02-0,04 ед. Наиболее уплотненной была почва в транзитных вариантах северного склона, вследствие их более тяжелого

гранулометрического состава. На склоне южной экспозиции (в Тю) плотность почвы имела минимальное значение.

Наименьшая влагоемкость почвы в среднем по агроландшафту составила 21,9%. На легких супесчаных почвах вариантов южного склона и вершины влагоемкость почвы была невысокой. Наиболее низкий показатель влагоемкости почвы отмечен в нижней части южного склона (в Т-Аю), уменьшение влагоемкости здесь составило 4,1%. На структурных легкосуглинистых почвах склона северной экспозиции наблюдалось повышение влагоемкости почвы. Максимальное увеличение влагоемкости почвы (на 5,2%) по сравнению со средней по опыту отмечено в нижней части склона северной экспозиции (в Т-Ас).

При изучении общей порозности почвы под посевами озимой ржи установлено, что максимальное ее значение наблюдается в транзитных вариантах южного склона. Минимальный показатель порозности почвы зафиксирован в элювиально-транзитном варианте южного склона, снижение ее составило 3,6%. Максимальное значение порозности аэрации отмечено в нижней части южного склона. Ее увеличение здесь составило 6,2% по сравнению со средней по опыту. В транзитных вариантах северного склона и в Э-Тю значения порозности аэрации максимально снижались. На вариabельность показателей порозности почвы оказали влияние плотность, влажность почвы, гранулометрический состав и объемная масса твердой фазы почвы.

При изучении целлюлозоразрушающей активности микрофлоры почвы под посевом озимой ржи отмечена вариabельность данного показателя по вариантам опыта. Высокая степень разложения льняного полотна наблюдалась в вариантах южного склона и на вершине. Максимальный ее показатель отмечен в элювиально-аккумулятивном агроландшафте (вершина холма) – 69,3%. Прибавка величины этого показателя составила 16,6%. Минимальная биологическая активность почвы под озимой рожью зафиксирована в элювиально-транзитном агроландшафте северного склона. Снижение величины этого показателя составило 24,3%. В других вариантах опыта значения биологической активности почвы находились в пределах среднего.

Изменение структуры урожая озимой ржи в различных агроландшафтных условиях показано в таблице 3.

3. Изменение элементов структуры урожая озимой ржи в зависимости от осушаемых агроландшафтов (в среднем за 2019-2021 г.)

| Вариант опыта | Число продуктивных стеблей на 1 м ² | Число зерен в колосе | Масса зерна с 1 колоса, г | Масса 1000 зерен, г |
|-------------------|--|---------------------------------|---------------------------|---------------------|
| Т-Аю | 320 | 49 | 1,29 | 25,4 |
| Тю | 410 | 53 | 1,34 | 25,4 |
| Э-Тю | 379 | 54 | 1,41 | 26,1 |
| Э-А | 374 | 54 | 1,45 | 26,3 |
| Э-Тс | 413 | 53 | 1,37 | 25,6 |
| Тс | 355 | 53 | 1,41 | 26,6 |
| Т-Ас | 372 | 52 | 1,44 | 27,3 |
| Среднее | 374 | 52 | 1,38 | 26,1 |
| НСР ₀₅ | 48 | F _Ф < F _Т | 0,27 | 2,48 |

Число продуктивных стеблей озимой ржи на 1 м² в среднем за три года исследований варьировало. Этот показатель имел максимальные значения в верхней части северного склона (в Э-Тс) и в транзите южного склона. В нижней части склона южной экспозиции чис-

ло продуктивных стеблей озимой ржи снижалось наиболее заметно. В других вариантах количество продуктивных стеблей находилось в пределах среднего по опыту.

Число зерен в колосе озимой ржи в среднем составило 52. По числу зерен в колосе озимой ржи достоверных различий между вариантами не отмечено, однако наблюдалась тенденция к их увеличению на вершине и в элювиально-транзитном варианте южного склона. Масса зерна озимой ржи с одного колоса также зависела от агроландшафта. Наибольшая масса зерна озимой ржи с 1 колоса отмечена на вершине и в нижней части северного склона. В нижней трети южного склона зафиксирована наименьшая масса зерна озимой ржи с одного колоса. Масса 1000 зерен озимой ржи колебалась. Максимальная масса 1000 зерен озимой ржи получена в варианте верхней части северного склона (в Т-Ас), (увеличение – 1,2 г). В транзитных вариантах южного склона и в элювиально-транзитном северного выявлена наименьшая масса 1000 зерен озимой ржи.

На формирование урожайности озимой ржи оказали влияние условия как изучаемых агромикрорландшафтов, так и годов исследований. В 2019 и 2020 г. урожайность озимой ржи по годам исследований значительно не различалась (табл. 4).

| 4. Изменение урожайности озимой ржи в зависимости от осушаемых агромикрорландшафтов, т/га (в среднем за 2019-2021 г.) | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Вариант опыта | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее |
| Т-Аю | 2,83 | 2,25 | 2,54 | 2,54 |
| Тю | 2,87 | 2,48 | 4,32 | 3,22 |
| Э-Тю | 2,80 | 3,05 | 4,91 | 3,58 |
| Э-А | 3,07 | 3,28 | 6,29 | 4,21 |
| Э-Тс | 2,49 | 2,84 | 6,69 | 4,0 |
| Тс | 2,78 | 2,28 | 4,78 | 3,28 |
| Т-Ас | 2,90 | 2,40 | 4,40 | 3,23 |
| Среднее | 2,82 | 2,65 | 4,84 | 3,43 |

НСР₀₅ для частных различий = 1,12; фактора А= 0,65; фактора В= 0,42

Наиболее высокая урожайность озимой ржи в среднем по агроландшафту получена в 2021 г. Обильное выпадение осадков в начале вегетации (в мае и июне – 190 и 140% от нормы соответственно) способствовало формированию высокого урожая зерна озимой ржи в год с засушливым вегетационным периодом (ГТК= 0,96).

Урожайность озимой ржи в среднем за 2019-2021 г. варьировала. Величина данного показателя была максимальной в элювиальных агромикрорландшафтах. Прибавка величины данного показателя в Э-Тс и Э-А была, соответственно, 16,6 и 20,9 % по сравнению со средней по опыту. Минимальная урожайность озимой ржи получена в нижней части южного склона (в Т-Аю). Снижение урожайности здесь составило 26%. На снижение урожайности повлияло уменьшение числа продуктивных стеблей (на 54 с единицы площади), массы зерна с колоса (на 0,09 г) и массы 1000 зерен (на 0,7 г). В других вариантах урожайность озимой ржи находилась в пределах средней по опыту. В исследованиях отмечена тенденция к повышению урожайности озимой ржи в элювиальных агроландшафтах и снижению на склонах.

Выводы. Исследования показали зависимость свойств дерново-подзолистой почвы и элементов продуктивности озимой ржи от условий осушаемых агроландшафтов Верхневолжья. Показатели плодородия

почвы варьировали в пределах агроландшафта. Наиболее высокое количество легкогидролизуемого азота отмечено в понижениях склонов и составило в Т-Ас и Тю – 70,9 и 72,1 мг/кг почвы соответственно. Максимальное содержание подвижного фосфора в транзитно-аккумулятивном микрорландшафте южного склона (повышение составило 205 мг/кг почвы). Обменного калия содержалось в наибольшем количестве в почве элювиально-транзитного агроландшафта южного склона – 193 мг/кг почвы. Максимальное содержание гумуса в транзитном варианте северного склона – 3,29 %. По плотности почвы в слое 0-20 см под посевом озимой ржи отмечены отклонения от средних значений на 0,02-0,04 ед. Ее минимальное значение (1,26 г/см³) выявлено в транзитном варианте южного склона. Наименьшая влагоемкость возрастала на структурных легкосуглинистых почвах склона северной экспозиции – до 22,3-27,1 %. Максимальное увеличение данного показателя (на 5,2%) по сравнению со средней по опыту получено в нижней части склона северной экспозиции (в Т-Ас). Наиболее высокие значения порозности почвы под посевом озимой ржи отмечены в транзитных вариантах южного склона, общей порозности – в Тю (51%), аэрации – в Т-Аю (32,6%). Максимальная биологическая активность почвы зафиксирована в элювиально-аккумулятивном агромикрорландшафте на вершине холма – 69,3%. Прибавка величины этого показателя составила 16,6 %.

Элементы структуры урожая озимой ржи значительно изменялись в пределах агроландшафта. Максимальное число продуктивных стеблей получено в вариантах верхней части северного склона (в Э-Тс) и транзита южного склона, соответственно, 413 и 410 на 1 м². Наибольшая масса зерна озимой ржи с 1 колоса отмечена на вершине и в нижней части северного склона – 1,45 и 1,44 г соответственно. Максимальная масса 1000 зерен озимой ржи была в верхней части северного склона (в Т-Ас), здесь увеличение равно 1,2 г по сравнению со средней по опыту.

Урожайность озимой ржи в среднем за 2019-2021 г. была максимальной в элювиальных агромикрорландшафтах и равна 4,0 и 4,21 т/га. Прибавка данного показателя в Э-Тс и Э-А составила, соответственно, 16,6 и 20,9% по сравнению с средней по опыту. В исследованиях отмечена сильная корреляционная связь урожайности озимой ржи с числом зерен в колосе ($r=0,82$), с массой зерен с 1 колоса ($r=0,72$) и средняя – с числом продуктивных стеблей на единице площади ($r=0,62$). Обратная корреляционная зависимость получена между урожайностью и порозностью почвы ($r=-0,61$).

Литература

1. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почвы и грунтов. Изд. 2-е. Учеб. пособие для студентов ВУЗов / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Высшая школа, 1973. – 399 с.
2. Демина И.Ф. Сопряженность урожайности и элементов ее структуры у образцов яровой мягкой пшеницы / И.Ф. Демина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № (22). – С. 477-484. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.477-484.
3. Иванов А.И. Влияние ландшафтных условий на свойства почвенного покрова пахотного угодья на пологом склоне озерно-ледниковой равнины / А.И. Иванов, Ж.А. Иванова, В.И. Дубовицкая // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – №2. – С. 39-43. DOI: 10.31857/52500-26272019239-43
4. Иванов Д.А. Исследование влияния почвенного покрова и рельефа на продуктивность культур / Д.А. Иванов, О.В. Карасева, М.В. Рублюк // Достижения науки и техники АПК. – 2021. №2. – С. 19-26. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10203

5. Мансапова И.П. Продуктивность полевых севооборотов в условиях равнинных ландшафтов подтайги Западной Сибири / И.П. Мансапова, Л.О. Верендеева // *Земледелие*. – 2018. – №1. – С. 16-19.
6. Медведев И.Ф. Фациальная дифференциация земельных ресурсов как основа повышения экологизации агроландшафта / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, В.П. Графов // *Земледелие*. – 2018. – №1. – С. 10-15.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. проф. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во Московского университета, 1991. – 304 с.
8. Нефедов А.В. Изменение свойств осушаемых торфяно-подзолистых глеевых почв при длительном использовании / А.В. Нефедов, А.В. Ильинский, А.Е. Морозов // *Земледелие*. – 2018. – №2. – С. 23-25. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10205
9. Попов Ф.А. Влияние длительного применения удобрений на урожайность и качество зерна озимой ржи / Ф.А. Попов, В.Д. Авашев, Е.Н. Носкова, Е.В. Светлакова, И.В. Лыскова // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2020. – № 5. – С. 561-570. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.5.561-570
10. Репка Б.А. Расход влаги на формирование урожайности озимой пшеницы Нива Ставрополя под влиянием биопрепаратов и удобрений на Дону / Б.А. Репка, Л.П. Бельтюков, Ю.В. Гордеева // *Зерновое хозяйство*. – 2020. – № 3. – С. 8-11. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-8-11.
11. Рублюк М.В. Изменение свойств дерново-подзолистой почвы и урожайности озимой ржи в зависимости от агроландшафтов гумидной зоны / М.В. Рублюк, Д.А. Иванов, О.В. Карасева // *Земледелие*. – 2019. – №8. – С. 18-21. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10804
12. Сапега В.А. Урожайность и параметры адаптивности сортов яровой пшеницы при различных сроках посева / В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2017. – № 10. – С. 13-18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30079203>
13. Снигирева О.М. Влияние сроков сева и уборки на урожайность и посевные качества семян ярового овса Сапсан / О.М. Снигирева, Ю.Е. Ведерников // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2019. – № 3. – С. 230-237. DOI: [org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.230-237](https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.230-237)
14. Строков А.А. Влияние почвенно-климатических факторов на урожайность основных сельскохозяйственных культур в муниципальных районах Белгородской области / А.А. Строков, О.А. Макаров, Н.А. Макарова, В.Ю. Поташников // *Земледелие*. – 2019. – №6. – С. 21-24. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10605
15. Чуян О.Г. Реализация природно-ресурсного потенциала агроландшафтов Центрального Черноземья / О.Г. Чуян, Л.Н. Караулова, О.А. Митрохина, А.Н. Золотухина // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2021. – №4. – С. 3-8. DOI: 10.31857/52500262721040013
16. Ruß G. Data Mining in Precision Agriculture: Management of Spatial Information / G. Ruß, A. Brenning // *Computational Intelligence for Knowledge-Based Systems Design*. – 2010. – vol. 6178. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14049-5_36
17. Influence of genotype and meteorological conditions in grain yield and quality of oat in Estonia / Taam L. // 7-th International Oat Conference. MTT, Fgriood Research Finland. – 2004. – P. 156. URL: <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/eb0fcf16-ab3d-4507-88c9-dfeadc3f95e9>

INFLUENCE OF DRAINED AGROLANDSCAPES ON SOIL PROPERTIES AND ELEMENTS OF WINTER RYE CROP STRUCTURE

M.V. Rublyuk, D. A. Ivanov, O. V. Karaseva
FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Pyzhevsky per., 7, bld. 2,
119017, Moscow, Russia, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

The studies were carried out in the period 2019-2021 in order to study the effect of drained agrolandscapes on the properties of soddy-podzolic soil and elements of the crop structure when cultivating winter rye in a stationary field experiment located within a terminal moraine hill in the Tver region. The scheme of the experiment includes the following options: agro-microlandscapes (factor A) – transit-accumulative southern slope; transit southern slope; eluvial-transit of the southern slope; eluvial-accumulative (hill top); eluvial-transit of the northern slope; transit northern slope; transit-accumulative northern slope and years of research (factor B) – 2019, 2020, 2021. It was established that in terms of soil density in the 0-20 cm layer under the winter rye sowing, deviations from the average values by 0.02-0.04 units were noted, while the density had a minimum value (1.26 g/cm³) in the transit variant of the southern slope. The lowest moisture capacity increased on the structural light loamy soils of the northern slope to 22.3-27.1%. The maximum increase in this indicator (by 5.2%) compared with the average for the experiment was obtained in the lower part of the slope of the northern exposure. The highest values of soil porosity under the sowing of winter rye were recorded in the transit variants of the southern slope, the total porosity – in the transit variant – 51%, aeration – in the transit-accumulative microlandscape – 32.6%. The maximum indicator of the biological activity of the soil was obtained in the eluvial-accumulative agro-microlandscape (top of the hill) – 69.3%. The increase in this indicator amounted to 16.6%. The maximum number of productive stems was noted in the eluvial-transit variant of the northern slope and in the transit of the southern slope, which amounted to 413 and 410 stems/m², respectively. The largest grain weight of winter rye from 1 ear was recorded at the top and in the lower part of the northern slope – 1.45 and 1.44 g, respectively. The maximum weight of 1000 grains of winter rye (27.3 g) was obtained in the transit-accumulative variant of the northern slope, the increase was 1.2 g compared to the average for the experiment. The yield of winter rye, on average for three years, was maximum in eluvial agrolandscapes – 4.0 and 4.21 t/ha. The increase in the value of this indicator in the eluvial-transit and eluvial-accumulative variants was 16.6 and 20.9%, respectively, compared with the average for the experiment. In studies, a strong correlation was obtained between the yield of winter rye and the number of grains per ear ($r=0.82$), the weight of grains per ear ($r=0.72$) and the average correlation with the number of productive stems per unit area ($r=0.62$). An inverse correlation was obtained between productivity and soil porosity ($r=-0.61$).

Key words: agricultural landscape, slope, soil properties, density, porosity, biological activity, structural elements, winter rye, productivity.