

Научная статья
УДК 631.434:631.51:631.8:632.954
doi:10.35694/YARCX.2025.71.3.003

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ

Роман Евгеньевич Казнин¹, Сергей Владимирович Щукин²

^{1,2}Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия

¹kaznin@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-6675-3927

²s.shhukin@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-9718-9273

Реферат. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Центрального Нечерноземья России (2023–2024 гг.) изучено влияние систем обработки почвы (отвальная – О1, поверхностная с рыхлением – О2, поверхностно-отвальная – О3, поверхностная – О4), удобрений (без удобрений, N30, солома, солома + N30, солома + NPK, NPK) и последствий гербицидов на коэффициент структурности (КС) и урожайность многолетних трав. Установлено, что ресурсосберегающие обработки сохраняют или улучшают структурное состояние почвы: в 2024 г. поверхностная обработка (О4) достоверно увеличила КС в слое 0–20 см до 2,37 (против 1,58 у О1). Однако максимальная урожайность в оба года достигнута при поверхностно-отвальной обработке (О3): 369,2 ц/га – в 1-й год и 194,9 ц/га – во 2-й год, что на 4,2–14,7% выше отвальной. Внесение соломы с NPK (У5) обеспечило наивысшую продуктивность (391,6 и 207,0 ц/га), хотя лучшие показатели КС во 2-й год отмечены при внесении соломы (У3: 2,17) и N30 (У2: 2,03). Минеральные удобрения (NPK, У6) снижали КС до 1,73, но сохраняли высокую урожайность (373,1–191,9 ц/га). Последствие гербицидов достоверно повышало урожайность (на 9,8 ц/га – в 2023 г. и на 1,4 ц/га – в 2024 г.), не оказывая негативного влияния на структуру почвы. Выявлено резкое снижение КС на второй год пользования многолетних трав, указывающее на прогрессирующее уплотнение почвы. Оптимальной системой признана поверхностно-отвальная обработка (О3) в сочетании с органо-минеральным удобрением (солома + NPK), обеспечивающая стабильную урожайность при сохранении оптимального структурного состояния почвы.

Ключевые слова: система обработки почвы, многолетние травы, система удобрений, коэффициент структурности, распределение почвенных агрегатов, урожайность, гербициды

STRUCTURAL CONDITION OF SOD-PODZOLIC SOIL DEPENDING ON TILLAGE AND FERTILIZER SYSTEMS

Roman E. Kaznin¹, Sergey V. Shchukin²

^{1,2}Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia

¹kaznin@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-6675-3927

²s.shhukin@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-9718-9273

Abstract. The effect of soil tillage system (moldboard – O1, surface with loosening – O2, surface-moldboard – O3, surface – O4), fertilizers (without fertilizers, N30, straw, straw + N30, straw + NPK, NPK) and the aftereffect of herbicides on the structural coefficient (SC) and the yield of perennial grasses was studied on sod-podzolic medium loamy soil of the Central Non-Black Earth Region of Russia (2023–2024). It was found that resource-saving tillage preserve or improve the structural condition of the soil: in 2024, surface tillage (O4) significantly increased the SC in the 0–20 cm layer to 2.37 (versus 1.58 for O1). However, the maximum yield in both years was achieved with surface-moldboard tillage (O3): 369.2 c/ha in the 1st year and 194.9 c/ha in the 2nd year, which is 4.2–14.7% higher than with moldboard tillage. The application of straw with NPK (U5) ensured the highest productivity (391.6 and 207.0 c/ha), although the best KS indicators in the 2nd year were noted with the application of straw (U3: 2.17) and N30 (U2: 2.03). Mineral fertilizers (NPK, U6) reduced KS to 1.73, but maintained high yields (373.1–191.9 c/ha). The aftereffect of herbicides significantly increased the yield (by 9.8 c/ha in 2023 and 1.4 c/ha in 2024) without having a negative impact on the soil structure. A sharp decrease in SC was revealed in the second year of perennial grass use, indicating progressive soil compaction. Surface-moldboard tillage (O3) in combination with organo-mineral fertilizer (straw + NPK) was

recognized as the optimal system, ensuring stable yields while maintaining the optimal structural condition of the soil.

Keywords: *tillage system, perennial grasses, fertilizer system, structural coefficient, distribution of soil aggregates, yield, herbicides*

Введение. Структура почвы – ключевой параметр, определяющий её физические свойства и напрямую влияющий на плодородие, которое является основным критерием качества почвы [1; 2].

Агрегаты – важнейший фактор, определяющий стабильность почвенной структуры и сохранение органических веществ. Благодаря почвенной структуре поддерживается плодородие, снижается вероятность эрозии, а также оптимизируются процессы аэрации, водопроницаемости и циркуляции питательных элементов.

Формирование стабильных почвенных агрегатов также обеспечивает физическую защиту органического вещества почвы от минерализации под действием микроорганизмов, ферментов и кислорода. Это создаёт условия устойчивого функционирования системы «почва – растение» [3].

Обработка почвы – один из основных элементов современных систем земледелия. Вместе с тем именно интенсивная обработка почвы во многом служит одной из главных причин деградации почвы и развития процессов её эрозии.

Выбору способа обработки почвы следует уделять особое внимание, так как данный элемент земледелия формирует благоприятное агрофизическое состояние, которое сопровождает рост и развитие сельскохозяйственных культур [4; 5].

Интенсивная отвальная обработка почвы, как правило, обеспечивает лучшее подавление сорных растений [6], но может негативно влиять на её структуру, нарушая процесс образования почвенных агрегатов. Это происходит из-за физического разрушения макроагрегатов и косвенного воздействия на биологические и химические факторы [7; 8; 9; 10]. Кроме того, такая обработка усиливает минерализацию органического вещества в почве, что также приводит к разрушению структуры [11; 12; 13; 14].

Агрофизические свойства почвы не только существенно влияют на эффективность применяемых удобрений, но и в большой степени изменяются под их влиянием [15].

Удобрения по-разному влияют на агрофизические свойства почвы и плодородие в зависимости от их вида [16; 17; 18; 19; 20; 10].

Таким образом, создание благоприятных условий для вегетации растений посредством улучшения структурного состояния почвы возможно за счёт комплексного подхода, включающего ресурсосберегающие системы обработки почвы и систему удобрения.

В этой связи целью работы являлось изучить влияние систем основной обработки почвы, удобрений и защиты растений на структурное состояние почвы и урожайность полевых культур.

Материалы и методы исследований. Экспериментальная работа проводилась в многолетнем стационарном трёхфакторном полевом опыте Ярославского ГАУ в 2023–2024 годы в посевах многолетних трав первого и второго года пользования (клевер красный сорта Дымковский и тимopheевка луговая сорта Ярославская 11).

Опыт был заложен в 1995 году на общей площади 1,2 га. Схема трёхфакторного ($4 \times 6 \times 2$) опыта включала 48 вариантов. На делянках первого порядка изучались системы обработки почвы (отвальная, поверхностная с рыхлением, поверхностно-отвальная, поверхностная), на делянках второго порядка – удобрения (без удобрений, N30, солома + N30, солома, солома + NPK и NPK) и на делянках третьего порядка – защиты растений (без гербицидов, с гербицидами). В годы исследований изучалось последствие гербицидов. Схема опыта включала четыре повторения.

Определение структурно-агрегатного состава почвы проводилось методом Н. И. Саввинова, учёт урожая – сплошным методом, статистическая обработка полученных данных – дисперсионным и корреляционно-регрессионным методом.

В 2023 году значения температуры воздуха вегетационного периода характеризовались незначительными отклонениями от нормы, и в мае и августе характеризовались превышением средних многолетних показателей, а в июне и июле были ниже нормативных значений.

Количество осадков резко возросло в июле, когда значение составило 165% от средних многолетних показателей. В остальные месяцы вегетационного периода наблюдалось недостаточное выпадение осадков относительно средних значений.

В 2024 году значения температуры воздуха в мае и августе были незначительно выше средних многолетних показателей, в то время как в июне и июле наблюдалось снижение температуры относительно средних значений.

Результаты. Применение изучаемых систем обработки почвы в 2023 году не вызвало достоверного изменения коэффициента структурности по сравнению с вариантом с применением отвальной обработки «O1».

Внесение удобрений вело к незначительному улучшению структурного состояния почвы.

Данный тренд отмечался по всем слоям и изучаемым системам обработки почвы. Единственным исключением стало применение отвальной системы обработки почвы, где на вариантах без удобрений наблюдались наибольшие значения показателя по сравнению с остальными системами удобрений (рис. 1).

В среднем по факторам в 2023 году не отмечено достоверного изменения коэффициента структурности при применении различных вариантов обработки почвы.

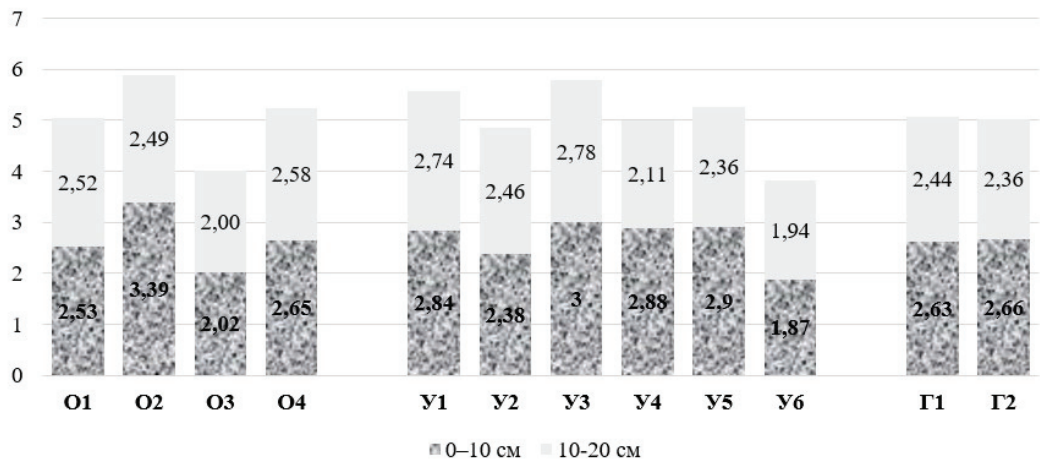
Можно отметить некоторую тенденцию увеличения данного показателя при применении поверхностной системы обработки почвы по всем

изучаемым слоям почвы (на 0,12 – в слое 0–10 см и на 0,06 – в слое 10–20 см).

Внесение соломы способствовало несущественному росту коэффициента структурности, что наблюдалось как в нижнем слое 0–10 см, так и в верхнем слое 10–20 см (на 0,16 – в верхнем слое и на 0,04 – в нижнем).

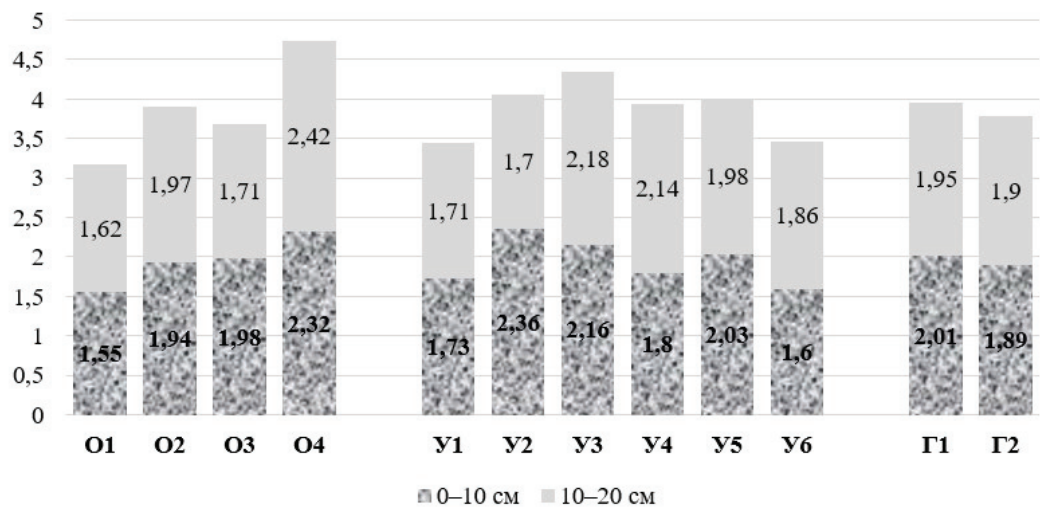
Применение системы защиты растений также не вызвало существенного изменения значений показателя. В целом по слою 0–20 см наблюдалось некоторое снижение коэффициента структурности при последствии гербицидов.

В 2024 году при изучении данных о величине коэффициента структурности в среднем по факто-



O1 – отвальная обработка; O2 – поверхностная с рыхлением; O3 – поверхностно-отвальная; O4 – поверхностная; У1 – без удобрений; У2 – N30; У3 – солома; У4 – солома + N30; У5 – солома + NPK; У6 – NPK; Г1 – без гербицидов; Г2 – с гербицидами.

Рисунок 1 – Динамика коэффициента структурности в среднем по факторам в 2023 году



O1 – отвальная обработка; O2 – поверхностная с рыхлением; O3 – поверхностно-отвальная; O4 – поверхностная; У1 – без удобрений; У2 – N30; У3 – солома; У4 – солома + N30; У5 – солома + NPK; У6 – NPK; Г1 – без гербицидов; Г2 – с гербицидами.

Рисунок 2 – Динамика коэффициента структурности в среднем по факторам в 2024 году

Структурное состояние дерново-подзолистой почвы в зависимости от систем обработки почвы и удобрений

рам было установлено существенное увеличение показателя (на 0,80 при $HCP_{05} = 0,51$) при применении системы поверхностной обработки в нижнем слое почвы. Аналогичный тренд наблюдался и на остальных системах ресурсосберегающей обработки почвы.

Применение азотных удобрений обеспечило достоверное увеличение коэффициента структурности на 0,63 в верхнем слое почвы 0–10 см при $HCP_{05} 0,47$. Внесение удобрений с соломой хотя и не вызвало достоверного изменения показателей, но также способствовало росту изучаемого показателя относительно варианта, где удобрения не вносились.

В среднем по факторам обработки почвы и удобрений последствие гербицидов не вызвало достоверных изменений структурного состояния почвы, а лишь способствовало незначительному его снижению (рис. 2).

Изучаемые системы обработки почвы не оказали существенного влияния на изменение количества агрономически ценных, глыбистых и пылеватых агрегатов по слою 0–20 см в 2023 году (рис. 3).

В среднем по факторам удобрений и защиты растений изучаемые обработки почвы не вызвали достоверного изменения в фракционном составе почвы. Однако можно отметить незначительную тенденцию увеличения агрономически ценных агрегатов при применении поверхностной с рыхлением (на 1,19 п.п.) и поверхностной систем обработки почвы (на 1,9 п.п.). На этих же вариантах наблюдалось снижение доли глыбистых и пылеватых агрегатов.

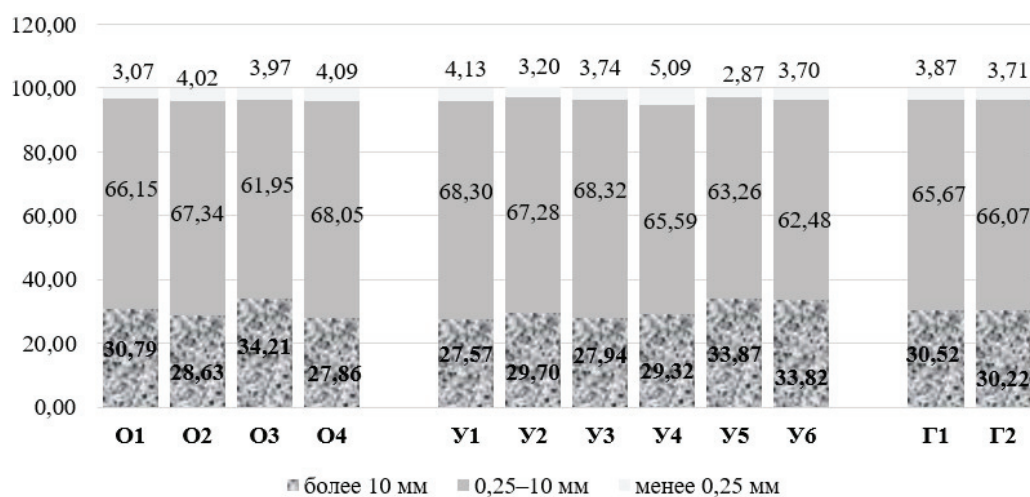
В среднем по факторам обработки и защиты растений внесение удобрений также не способствовало существенному изменению значений показателя. При этом отмечался тренд снижения количества пылеватой фракции при внесении азотных удобрений (У2) на 0,93 п.п., соломы (У3) – на 0,39 п.п., соломы совместно с минеральными удобрениями (У5) – на 1,26 п.п. и минеральных удобрений (У6) – на 0,43 п.п.

Внесение гербицидов не способствовало достоверному изменению количества агрономически ценных, глыбистых и пылеватых агрегатов. Однако при внесении гербицидов незначительно увеличивалось количество агрономически ценных агрегатов и снижалось количество глыбистых и пылеватых агрегатов.

В 2024 году наблюдалась общая тенденция к снижению коэффициента структурности в слое 0–20 см на второй год пользования многолетних трав по сравнению с первым (2023 г.) по всем вариантам обработки почвы. Например, при отвальной обработке (О1) показатель снизился с 2,53 до 1,58, а при поверхностной с рыхлением (О2) – с 2,94 до 1,95.

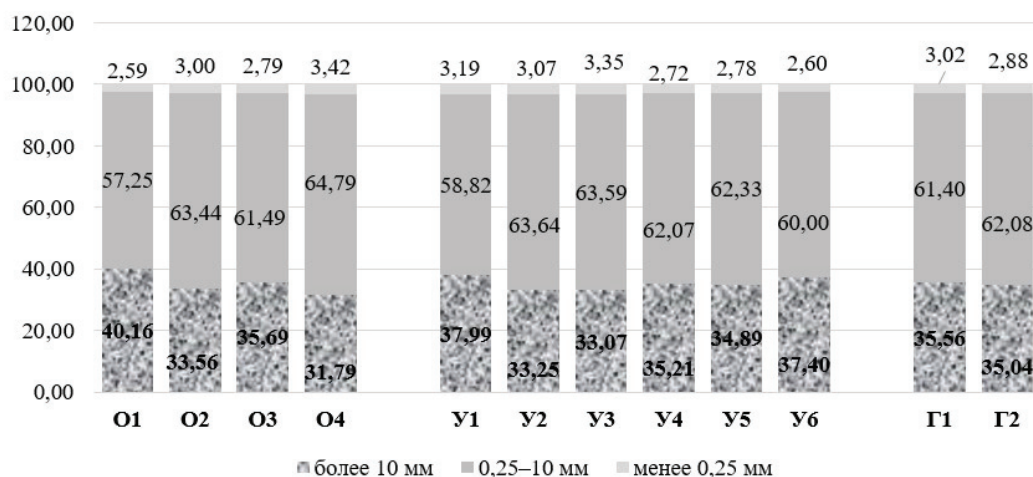
В среднем по вариантам удобрений и защиты растений все ресурсосберегающие системы обработки в 2024 году способствовали незначительному снижению значений глыбистых агрегатов и увеличению содержания агрономически ценных агрегатов. При этом доля пылеватых агрегатов также незначительно увеличивалась (рис. 4).

В среднем по вариантам обработки почвы и защиты растений применяемые удобрения также не вызвали достоверного изменения распределе-



О1 – отвальная обработка; О2 – поверхностная с рыхлением; О3 – поверхностно-отвальная; О4 – поверхностная; У1 – без удобрений; У2 – N30; У3 – солома; У4 – солома + N30; У5 – солома + NPK; У6 – NPK; Г1 – без гербицидов; Г2 – с гербицидами.

Рисунок 3 – Динамика распределения почвенных агрегатов при сухом просеивании в слое 0–20 см в среднем по факторам в 2023 г., %



O1 – отвальная обработка; O2 – поверхностная с рыхлением; O3 – поверхностно-отвальная; O4 – поверхностная; Y1 – без удобрений; Y2 – N30; Y3 – солома; Y4 – солома + N30; Y5 – солома + NPK; Y6 – NPK; Г1 – без гербицидов; Г2 – с гербицидами.

Рисунок 4 – Динамика распределения почвенных агрегатов при сухом просеивании в слое 0–20 см в среднем по факторам в 2024 г., %

ния почвенных агрегатов в пахотном слое почвы. При этом наблюдается тенденция к снижению количества глыбистых и пылеватых агрегатов и увеличению агрономически ценных почвенных агрегатов при применении удобрений относительно контроля (O1).

Внесение гербицидов также не способствовало достоверному изменению распределения почвенных агрегатов в слое 0–20 см. При этом, также как и по удобрениям, наблюдалось снижение количества глыбистой и пылевой фракции и увеличение агрономически ценных агрегатов.

В результате изучения данных по урожайности многолетних трав в 2023 году было установлено, что в среднем по факторам удобрений и защиты растений применение системы поверхностной обработки почвы способствовало достоверному снижению значений показателя (на 16,3 ц/га при $HCP_{05} = 12,6$) при первом укосе и в среднем за два укоса, по сравнению с системой отвальной обработки почвы. По остальным системам обработки существенных изменений не наблюдалось, но можно отметить тенденцию к увеличению урожайности при применении поверхностно-отвальной обработки как при первом укосе (на 3,2 ц/га), так и при втором (на 11,5 ц/га). При поверхностной с рыхлением обработке почвы, напротив, наблюдалось снижение значений урожайности многолетних трав при первом и втором укосах культуры (рис. 5).

Все изучаемые системы удобрений способствовали значительному увеличению урожайности культуры при первом укосе многолетних трав и в сумме за два укоса, при этом наибольший рост наблюдался при внесении соломы совместно с пол-

ной нормой минеральных удобрений (на 90 ц/га в среднем за два укоса при $HCP_{05} = 17,3$), а наименьшее увеличение – при внесении азотных удобрений (на 19,9 ц/га в среднем за два укоса).

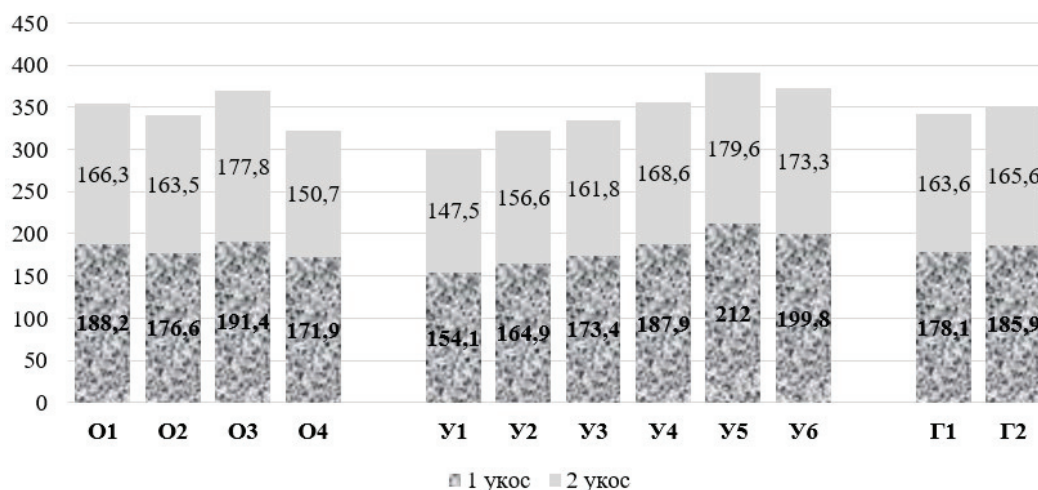
При втором укосе многолетних трав достоверное увеличение наблюдалось только при внесении соломы с азотными удобрениями (Y4), соломы с минеральными удобрениями (Y5) и минеральных удобрений (Y6).

Применение системы защиты растений обеспечило достоверный рост урожайности культуры при первом укосе (на 7,8 ц/га при $HCP_{05} = 2,4$) и в сумме за два укоса. При втором укосе значения урожайности при внесении гербицидов были незначительно выше относительно вариантов, где гербициды не использовались.

В 2024 году проводился лишь один укос многолетних трав второго года пользования, в результате изучения данных которого было установлено, что применение системы поверхностной обработки почвы ведёт к существенному снижению значений урожайности (на 21,1 ц/га при $HCP_{05} = 17,8$).

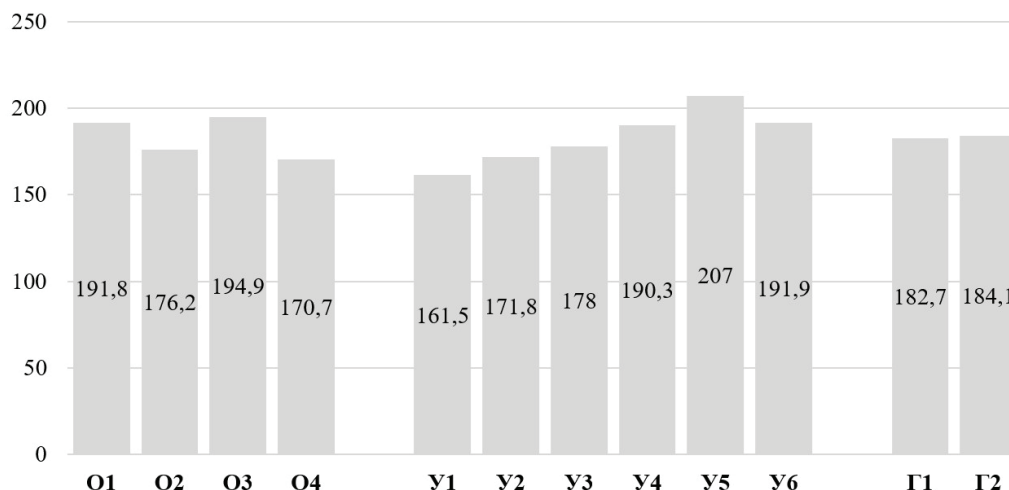
Применение поверхностной с рыхлением системы обработки почвы также вело к снижению урожайности, хотя и не было существенным. Применение же системы поверхностно-отвальной обработки почвы, напротив, обеспечило тенденцию к увеличению урожайности многолетних трав второго года пользования по сравнению с отвальной системой обработки.

Применение всех изучаемых систем удобрений вызвало достоверное увеличение урожайности культуры относительно вариантов, где удобрения не применялись. При этом наибольшее увеличение было зафиксировано при внесении



O1 – отвальная обработка; O2 – поверхностная с рыхлением; O3 – поверхностно-отвальная; O4 – поверхностная; Y1 – без удобрений; Y2 – N30; Y3 – солома; Y4 – солома + N30; Y5 – солома + NPK; Y6 – NPK; Г1 – без гербицидов; Г2 – с гербицидами.

Рисунок 5 – Урожайность многолетних трав 1 г.п. в среднем по изучаемым факторам, ц/га



O1 – отвальная обработка; O2 – поверхностная с рыхлением; O3 – поверхностно-отвальная; O4 – поверхностная; Y1 – без удобрений; Y2 – N30; Y3 – солома; Y4 – солома + N30; Y5 – солома + NPK; Y6 – NPK; Г1 – без гербицидов; Г2 – с гербицидами.

Рисунок 6 – Урожайность многолетних трав 2 г.п. в среднем по изучаемым факторам, ц/га

соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений (на 45,5 ц/га при $HCP_{05} = 5,2$), а наименьшее увеличение было вызвано внесением азотных удобрений – на 10,3 ц/га (рис. 6).

Внесение гербицидов также обусловило увеличение значения урожайности многолетних трав (на 1,4 ц/га при $HCP_{05} = 0,6$) по сравнению с вариантами, где гербициды не применялись.

Выводы.

1. Поверхностно-отвальная обработка (O3) является оптимальной, обеспечивая стабильно высокую урожайность в оба года при сохранении структурных характеристик почвы, в то время как

чисто поверхностная (O4) эффективнее сохраняет структуру на второй год, но существенно уступает по продуктивности, демонстрируя отсутствие прямой связи между КС и урожайностью.

2. Комплексное применение органических и минеральных удобрений (солома + NPK, Y5) является наиболее эффективной стратегией. Данная система удобрения не только обеспечивает максимальную урожайность в оба года, но и поддерживает коэффициент структурности на высоком уровне (2,63 – в 2023 г. и 2,00 – в 2024 г.). В то же время внесение только минеральных удобрений (NPK), формируя высокий урожай, негативно

сказывалось на структуре почвы. Внесение только соломы улучшало структуру, но не позволяло реализовать потенциал урожайности.

3. Последствие гербицидов показало стабильную, статистически значимую эффективность

в повышении урожайности многолетних трав как в год применения, так и в последствии, не оказывая при этом негативного влияния на агрофизические свойства почвы (коэффициент структурности).

Список источников

1. Антоненко Д. А., Белюченко И. С., Гукалов В. В. [и др.] Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2015. 181 с. ISBN 978-5-94672-884-3. EDN UOKPIR.
2. Тренина Л. О. Влияние минимизации обработки на агрофизические свойства дерново-среднеподзолистей почвы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 6. С. 31–34. DOI 10.30850/vrsn/2020/6/31-34. EDN OODQZI.
3. Щукин С. В., Горнич Е. А., Труфанов А. М., Воронин А. Н. Влияние минимальной обработки почвы, удобрений и гербицидов на показатели плодородия и засоренность посевов яровых зерновых культур и однолетних трав : монография. Ярославль : ФГБОУ ВО «Ярославская ГСХА», 2023. 176 с. ISBN 978-5-98914-269-9. EDN ZXVYSR.
4. Воронин А. Н., Никитин В. В., Соловichenko В. Д., Мельников В. И. Влияние структуры севооборота, способа основной обработки почвы и удобрений на продуктивность озимой пшеницы в Центрально-черноземном регионе // Агрохимия. 2016. № 5. С. 21–27. EDN WBDYOZ.
5. Дубовик Е. В., Дубовик Д. В., Морозов А. Н., Шумаков А. В. Агрофизическое состояние чернозема типичного в зависимости от способа основной обработки почвы под яровой ячмень // Плодородие. 2023. № 3 (132). С. 19–23. DOI 10.25680/S19948603.2023.132.04. EDN AVCXSG.
6. Носкова Е. В., Щукин С. В. Обилие сорного компонента полевого фитоценоза при применении различных агротехнологий // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3 (43). С. 3–9. EDN YMHOXL.
7. Пакуль А. Л., Лапшинов Н. А., Божанова Г. В., Пакуль В. Н. Влияние различных систем обработки почвы на агрофизические свойства чернозема выщелоченного // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49, № 3. С. 16–23. DOI 10.26898/0370-8799-2019-3-2. EDN WIIRWL.
8. Балабанова Н. Ф., Воронкова Н. А., Юшкевич Л. В. Влияние способов обработки лугово-черноземной почвы на содержание органического вещества и ее структурное состояние // Агрохимия. 2023. № 10. С. 3–8. DOI 10.31857/S0002188123100034. EDN WRPBPN.
9. Пегова Н. А. Влияние систем обработки и биоресурсов на агрохимические свойства дерново-подзолистей суглинистой почвы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 6. С. 31–35. EDN ZWGXDP.
10. Казнин Р. Е., Щукин С. В., Сивкова С. С., Смирнов Б. А. Водоустойчивость макроструктуры дерново-подзолистей глееватой почвы при минимизации обработки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 4 (90). С. 24–28. EDN OXAKMF.
11. Толорая Т. Р., Ласкин Р. В., Пацкан В. Ю. Влияние систем предпосевной обработки почвы на урожайность кукурузы при разных способах основной обработки и применения гербицидов // Земледелие. 2018. № 1. С. 23–26. EDN YMYLWT.
12. Рогожин Д. О., Борисов Б. А. Изменение состояния органического вещества, степени выпашанности и физических свойств чернозема южного при переходе от отвальной к нулевой обработке // Агрохимический вестник. 2020. № 6. С. 19–22. DOI 10.24411/1029-2551-2020-10079. EDN YQPxRA.
13. Навольнева Е. В., Ступаков А. Г., Куликова М. А., Дмитриенко С. А. Система удобрения как фактор сохранения гумуса в почве // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 5. С. 55–57. EDN UBPMRV.
14. Николаев В. А., Беленков А. И. Влияние разных приемов обработки дерново-подзолистей почвы на ее сложение и урожайность ячменя // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2014. № 5. С. 103–110. EDN THQJYT.
15. Кузина Е. В. Зависимость структурно-функциональных свойств почвы от ее обработки при возделывании горчицы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 1 (65). С. 15–19. DOI 10.12737/2073-0462-2022-15-19. EDN JGSUEU.
16. Шафран С. А. Вклад минеральных удобрений в формирование урожайности полевых культур (сообщение 2). Фосфорные и калийные удобрения // Агрохимия. 2021. № 8. С. 9–16. DOI 10.31857/S0002188121080123. EDN YCZDKS.
17. Еремин Д. И. Динамика агрофизических свойств пахотного чернозема под действием многолетнего использования минеральных удобрений в лесостепной зоне Зауралья // Агрофизика. 2018. № 2. С. 9–14. DOI 10.25695/AGRP.2018.02.02. EDN XQVPRJ.

18. Ярославская область. 2018: Стат. сб. /Ярославльстат. Ярославль, 2018. 420 с.
19. Титова В. И., Ветчинников А. А., Архангельская А. М. Морфогенетическая характеристика почвенного профиля и структурное состояние пахотного слоя светло-серой лесной почвы при длительном внесении удобрений // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 3. С. 22–26. EDN YNTSMX.
20. Плотников А. М. Продуктивность севооборота и показатели кислотности почвы при использовании различных удобрений // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 3 (31). С. 13–17. EDN MDICVF.

References

1. Antonenko D. A., Belyuchenko I. S., Gukalov V. V. [i dr.] Slozhnyj kompost i ego vliyanie na svoystva pochvy i produktivnost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur : monografiya. Krasnodar : Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2015. 181 s. ISBN 978-5-94672-884-3. EDN UOKPIR.
2. Tronina L. O. Vliyanie minimizacii obrabotki na agrofizicheskie svoystva dernovo-srednepodzolistoj pochvy // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2020. № 6. S. 31–34. DOI 10.30850/vrsn/2020/6/31-34. EDN OODQZI.
3. Shchukin S. V., Gornich E. A., Trufanov A. M., Voronin A. N. Vliyanie minimal'noj obrabotki pochvy, udobrenij i gerbicidev na pokazateli plodorodiya i zasorennost' posevov yarovykh zernovykh kul'tur i odnoletnih trav : monografiya. Yaroslavl' : FGBOU VO «Yaroslavskaya GSKHA», 2023. 176 s. ISBN 978-5-98914-269-9. EDN ZXVYSR.
4. Voronin A. N., Nikitin V. V., Solovichenko V. D., Mel'nikov V. I. Vliyanie struktury sevooborota, sposoba osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij na produktivnost' ozimoi pshenicy v Central'no-chernozemnom regione // Agrohimiya. 2016. № 5. S. 21–27. EDN WBDYOZ.
5. Dubovik E. V., Dubovik D. V., Morozov A. N., Shumakov A. V. Agrofizicheskoe sostoyanie chernozema tipichnogo v zavisimosti ot sposoba osnovnoj obrabotki pochvy pod yarovoju yachmen' // Plodorodie. 2023. № 3 (132). S. 19–23. DOI 10.25680/S19948603.2023.132.04. EDN AVCXSG.
6. Noskova E. V., Shchukin S. V. Obilie sornogo komponenta polevogo fitocenoza pri primenenii razlichnykh agrotekhnologij // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2018. № 3 (43). S. 3–9. EDN YMHOKL.
7. Pakul' A. L., Lapshinov N. A., Bozhanova G. V., Pakul' V. N. Vliyanie razlichnykh sistem obrabotki pochvy na agrofizicheskie svoystva chernozema vyshchelochennogo // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2019. T. 49, № 3. S. 16–23. DOI 10.26898/0370-8799-2019-3-2. EDN WIIRWL.
8. Balabanova N. F., Voronkova N. A., Yushkevich L. V. Vliyanie sposobov obrabotki lugovo-chernozemnoj pochvy na sodержание organicheskogo veshchestva i ee strukturnoe sostoyanie // Agrohimiya. 2023. № 10. S. 3–8. DOI 10.31857/S0002188123100034. EDN WRPBPN.
9. Pegova N. A. Vliyanie sistem obrabotki i bioresursov na agrohimicheskie svoystva dernovo-podzolistoj suglinistoj pochvy // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 6. S. 31–35. EDN ZWGXDP.
10. Kaznin R. E., Shchukin S. V., Sivkova S. S., Smirnov B. A. Vodoustojchivost' makrostruktury dernovo-podzolistoj gleevatoj pochvy pri minimizacii obrabotki // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 4 (90). S. 24–28. EDN OXAKMF.
11. Toloraya T. R., Laskin R. V., Patskan V. Yu. Vliyanie sistem predposevnoj obrabotki pochvy na urozhajnost' kukuruzy pri raznykh sposobah osnovnoj obrabotki i primeneniya gerbicidev // Zemledelie. 2018. № 1. S. 23–26. EDN YMYLWT.
12. Rogozhin D. O., Borisov B. A. Izmenenie sostoyaniya organicheskogo veshchestva, stepeni vypahannosti i fizicheskikh svoystv chernozema yuzhnogo pri perekhode ot otval'noj k nulevoj obrabotke // Agrohimicheskij vestnik. 2020. № 6. S. 19–22. DOI 10.24411/1029-2551-2020-10079. EDN YQPXRA.
13. Navol'neva E. V., Stupakov A. G., Kulikova M. A., Dmitrienko S. A. Sistema udobreniya kak faktor sohraneniya gumusa v pochve // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2015. № 5. S. 55–57. EDN UBPMPPV.
14. Nikolaev V. A., Belenkov A. I. Vliyanie raznykh priemov obrabotki dernovo-podzolistoj pochvy na ee slozhenie i urozhajnost' yachmenya // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2014. № 5. S. 103–110. EDN THQJYT.
15. Kuzina E. V. Zavisimost' strukturno-funkcional'nykh svoystv pochvy ot ee obrabotki pri vozdeleyvanii gorchicy // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. T. 17, № 1 (65). S. 15–19. DOI 10.12737/2073-0462-2022-15-19. EDN JGSUEU.
16. Shafran S. A. Vklad mineral'nykh udobrenij v formirovanie urozhajnosti polevykh kul'tur (soobshchenie 2). Fosfornye i kalijnye udobreniya // Agrohimiya. 2021. № 8. S. 9–16. DOI 10.31857/S0002188121080123. EDN YCZDKS.
17. Eremin D. I. Dinamika agrofizicheskikh svoystv pahotnogo chernozema pod dejstviem mnogoletnego ispol'zovaniya mineral'nykh udobrenij v lesostepnoj zone Zaural'ya // Agrofizika. 2018. № 2. S. 9–14. DOI 10.25695/AGRPH.2018.02.02. EDN XQVPRJ.

18. Yaroslavskaya oblast'. 2018: Stat. sb. /Yaroslavl'stat. Yaroslavl', 2018. 420 s.

19. Titova V. I., Vetchinnikov A. A., Arkhangel'skaya A. M. Morfogeneticheskaya harakteristika pochvennogo profilya i strukturnoe sostoyanie pahotnogo sloya svetlo-seroj lesnoj pochvy pri dlitel'nom vnesenii udobrenij // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 3. S. 22–26. EDN YNTSMX.

20. Plotnikov A. M. Produktivnost' sevooborota i pokazateli kislotnosti pochvy pri ispol'zovanii razlichnyh udobrenij // Vestnik Kurganskoj GSKHA. 2019. № 3 (31). S. 13–17. EDN MDICVF.

Информация об авторах

Роман Евгеньевич Казнин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 7630-1817.

Сергей Владимирович Щукин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 2622-3345.

Information about the authors

Roman E. Kaznin – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 7630-1817.

Sergey V. Shchukin – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Department of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 2622-3345.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

