

15. Шишов Л.Л. Модели плодородия агроэкосистем как важный компонент почвенно-экологических исследований в решении вопросов расширенного воспроизводства почвенного плодородия / В кн. Модели плодородия почв и методы их разработки. – М., 1982. – 123 с.

16. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Булгаков Д.С. Региональные эталоны почвенного плодородия. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1991. – 274 с.

SOIL FERTILITY MODEL OF THE TERSKO-SULAK SUBSTRUCTURE – AGROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A BLOCK OF SOIL COMPOSITION AND PROPERTIES

S.A. Teymurov,

FSBSI «Federal agricultural research center of the Republic of Dagestan»

367014, microdistrict Nauchnyj gorodok, st. A. Shahbanova 30, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation,

E-mail: samteim@rambler.ru

Within the framework of the studied zone of the Tersko-Sulak substructure, the role of the main agroecological parameters of soil composition and properties was revealed, optimal and actual parameters were established, and the relationship between the properties of meadow-chestnut soil of the arable horizon and the yield of winter wheat. The proposed agroecological characteristic of the block of soil parameters of meadow-chestnut soils will ensure the effectiveness of their use by regulating the optimization of soil properties for crop cultivation.

Key words: agroecology, fertility, model, meadow-chestnut soil, morphology, granulometric composition, Tersko-Sulak substructure.

УДК 631.452

DOI: 10.25680/S19948603.2025.143.11

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ СРЕДНЕРУССКОЙ ЮЖНО-ТАЁЖНОЙ ПРОВИНЦИИ

А.В. Михайленко, А.А. Прохоров, С.А. Запывалов, Р.З. Донец, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева

Россия, 127434, Москва, Тимирязевская ул., 49;

artem.prokhorov.2016@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2988-5055>

Установлено, что почва участка, находящегося в состоянии залежи с 1980 г., характеризуется более благоприятным уровнем кислотности. Среднее содержание pH_{KCl} верхнего горизонта залежи с преимущественно злаковыми растениями соответствовало 5,20 ед., в то время как на обрабатываемых участках pH_{KCl} в среднем составлял 4,55 ед. Величина гидролитической кислотности на обрабатываемых участках в среднем на 2,2 мг-экв/100 г превышала данный параметр почв залежи, а содержание обменного кальция в почвенном поглощающем комплексе (ППК) в пахотных почвах в среднем было ниже на 20–40% относительно залежного участка. Для подвижного фосфора статистически значимые различия наблюдались между вариантами залежи и вспашки с глубоким рыхлением, где разница средних составляет 8 мг/100 г. Варианты залежь и вспашка аналогично характеризуются статистически значимыми различиями при средней разнице, соответствующей 11 мг/100 г. Для содержания подвижного калия (K_2O) значимые различия выявлены между вариантами залежь и вспашка, где разница средних составляет 6 мг/100 г. Между вариантами с глубоким рыхлением и вспашкой не отмечены статистически значимые различия ни по одному из анализируемых агрохимических показателей. Наиболее хорошо оструктурена почва в варианте с глубоким рыхлением. Почва варианта с данным способом обработки характеризуется наименьшим содержанием крупных агрегатов (>10 мм) – 38,5%, что свидетельствует о минимальной склонности к образованию комков и уплотнению. При этом доля агрономически ценных фракций (10–0,25 мм) составляет 55,2%, что значительно выше по сравнению с вариантами залежь (35,2%) и вспашка (41,3%). Особенно выделяется высокая доля агрегатов размером 5–3 мм (11,2%) и 1–2 мм (10,5%) в варианте с глубоким рыхлением. Доля мелкодисперсных частиц ($<0,25$ мм), негативно влияющих на структуру почвы, в варианте с глубоким рыхлением составляет 6,2%, что сопоставимо с вариантом со вспашкой (5,8%) и в среднем несколько ниже, чем в варианте залежи (7,5%).

Ключевые слова: индикаторы качества почв, стабильность агрегатов, агрохимические свойства, обработка почв.

Для цитирования: Михайленко А.В., Прохоров А.А., Запывалов С.А., Донец Р.З. Влияние способа обработки на структурное состояние и агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы Среднерусской южно-таёжной провинции// Плодородие. – 2025. – №2. – С. 48–53. DOI: 10.25680/S19948603.2025.143.11.

Деградация почв является одной из самых серьезных проблем продовольственной безопасности [5, 9]. Физико-химические процессы в почве во многом зависят от ее свойств. В ряде исследований установлено как агрохимические свойства почв и ее структурное состояние изменяются в зависимости от интенсивности обработки [7,10,12]. Авторы [10] отмечают, что обработка почвы предполагает

поддержание агрономически значимых свойств на оптимальном уровне, однако разные системы обработки приводят к существенной трансформации почвенных параметров, а зачастую могут способствовать проявлению процессов деградаци. Ухудшается структурное состояние, снижаются уровень поступления воды и кислорода, устойчивость макроагрегатов (>250 мм) [12]. Интенсивная

обработка и воздействие на почву путем перемешивания слоев могут привести к уплотнению, образованию корки, снижению водопроницаемости, увеличению стока и эрозии. При этом, как отмечено в работе [6], традиционные системы, в частности вспашка с оборотом пласта является наиболее распространенным способом основной почвообработки. Большинство опубликованных исследований о влиянии сокращения обработки на свойства почвы проводились в традиционных системах, где было установлено, что сокращение интенсивности обработки защищает почвенные агрегаты, уменьшает эрозию и увеличивает биологическую активность [4, 8, 11]. Однако некоторые исследования также показывают, что польза для качества от минимизации обработки почвы может быть менее значимой, чем принято считать. Способ обработки почвы также может существенно влиять на урожайность. Однако в работе [2] при оценке вклада трех способов основной почвообработки: дискования, вспашки и глубокого рыхления на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья, не установлено достоверных различий при возделывании культуры по интенсивной технологии. Авторы работы [13] также пришли к выводам об отсутствии разницы по таким показателям как: стабильность почвенных агрегатов, содержание общего углерода, подвижных форм фосфора и калия, интенсивность дыхания, между полями с минимальной и традиционной системами почвообработки. Однако при оценке влияния системы обработки на маркеры качества почв важно также учитывать пространственную неоднородность и неоднородность агроэкологических факторов. [1-3]

Цель исследований – оценить влияние способа обработки почвы на структурное состояние пахотного горизонта и динамику распределения агрохимических показателей.

Методика. Исследования проводили при помощи заложения ключевых почвенных разрезов с последующим отбором почвенных проб (методом конверта) и их лабораторным анализом. Пробы почв были отобраны в полевом опыте, заложенном в 1980 г. И.С. Кочетовым на опытном поле западнее поселка Конаково (55°25'14.40 37°10'14.91"). На опытном участке развёрнут зернотравяной почвозащитный севооборот: 1 – овёс; 2 – ячмень с подсевом многолетних трав; 3 – многолетние травы 1-го г.п.; 4 – многолетние травы 2-го г.п. на 1 укос; 5 – озимая пшеница. Отбор почвенных проб проводили из трех вариантов опыта со следующими системами обработки почвы: вспашка на глубину 20-22 см (отвальная), лущение на глубину 8-10 см, вспашка на 20-22 см + глубокое рыхление на 38-40 см и лущение на глубину 6-8 см; контрольный вариант представлял собой почву, находящуюся на стадии залежи с 1980 г. Растительность на залежном участке представлена преимущественно злаковым компонентом. В соответствии с почвенно-географическим районированием опыт расположен в Среднерусской южнотаежной провинции дерново-мелко- и неглубокоподзолистых почв, в Москворецко-Окском округе (ЕЗ XVI), в условиях гумидного климата (средняя температура июля 17,5 °С и 555 мм осадков в год). Годовой коэффициент увлажнения по Высоцкому-Иванову 1,0-1,33 ед. Суммы активных температур в зависимости от года колеблются в пределах 1880-2100 °С. Экспериментальный участок локализован на склоне (максимальный уклон 5°) и хорошо дренирован. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми окультуренными почвами с мощностью пахотного горизонта 22-28 см.

Подзолистый горизонт выражен фрагментарно. По гранулометрическому составу почвы среднесуглинистые, преимущественно пылевато-крупнопылеватые. Объем выборки составил по 5 проб на каждый из вариантов, общий объем анализируемых данных 15 ед. (n=15). В пробах почв определяли: агрегатный состав методом Савинова, уровень pH_{KCl} , показатели обменного комплекса – гидролитическую кислотность, содержание обменных форм кальция и магния, уровень обеспеченности подвижными формами фосфора и калия методом Кирсанова в 0,2 н. солянокислой вытяжке.

Результаты и их обсуждение. Гранулометрический состав всех отобранных проб среднесуглинистый пылевато-крупнопылеватый с преобладанием фракции крупной пыли (0,05-0,01 мм) и ее вариацией в пределах 43,6-51,7%. Содержание пылеватых фракций (0,01-0,005 мм) – 23,1-25,7%. Содержание физической глины (< 0,01 мм) варьировало от 34,1 до 35,7%. На рисунке 1а представлены изменения pH_{KCl} , гидролитической кислотности и содержания обменного кальция по вариантам.

Установлено, что почва при обработке по типу "вспашка" характеризуется самым низким уровнем pH_{KCl} , в среднем 4,49 ед., в то время как при вспашке с рыхлением pH несколько возрастает и соответствует 4,59 ед. Максимальные значения pH фиксируют на участках, находящихся в состоянии залежи, что может быть связано с восстановлением биохимического равновесия и увеличением доли органического вещества. Результаты опыта показывают, что при вспашке и вспашке с рыхлением значения гидролитической кислотности находятся на идентичном уровне при среднем показателе 4,8 мг экв/100 г, однако при вспашке разброс значений несколько меньше. На участках залежи наблюдается снижение гидролитической кислотности до 2,2 мг-экв/100 г, что указывает на постепенное восстановление буферных свойств почвы. Максимальные значения содержания обменного кальция отмечены в почвах залежи – в среднем 4,4 мг-экв/100 г. Это может быть связано с накоплением обменных оснований за счет процессов биогеохимической аккумуляции. На обрабатываемых участках содержание обменного кальция в ППК снижено до 2,5-2,8 мг-экв/100 г на фоне повышения уровня гидролитической кислотности, при этом между способами обработки нет значимого различия. Представленные данные свидетельствуют, что переход почв в состояние залежи способствует уменьшению кислотности (pH) и повышению содержания обменного кальция, а также снижению гидролитической кислотности (Hr). На рисунке 1б представлена динамика по показателям обеспеченности подвижными формами P_2O_5 и K_2O , а также величины емкости катионного обмена (ЕКО) в зависимости от вариантов опыта. При использовании вспашки значение медианы содержания P_2O_5 равно 20 мг/100 г с диапазоном от 15 до 25 мг/100 г. При вспашке с рыхлением медиальное значение снижается до 17 мг/100 г, а диапазон варьируется от 12 до 22 мг/100 г. На залежных участках содержание P_2O_5 резко падает: медиальное значение составляет 8 мг/100 г, с минимальной вариацией от 7 до 9 мг/100 г, что связано, скорее всего, с длительным отсутствием дополнительного поступления фосфора из удобрений. При вспашке медиальное содержание K_2O составляет около 13 мг/100 г с диапазоном вариации от 11 до 15 мг/100 г. Для вспашки с рыхлением медиана лежит несколько ниже – на уровне 11 мг/100 г, с диапазоном от 10 до 13 мг/100 г. На залежных участках содержание K_2O значительно снижается. Медиальное

значение составляет 7,5 мг/100 г с минимальным разбросом (от 7 до 8 мг/100 г). Это отражает уменьшение доступности калия в почве при отсутствии обработки и внесения удобрений. Параметр ЕКО варьирует в широких диапазонах – от 5,1 до 9,5 мг-экв/100 г, но при этом не отмечено

существенного влияния способа обработки на данный показатель. Переход почв в состояние залежи приводит к значительному снижению подвижных форм фосфора и калия.

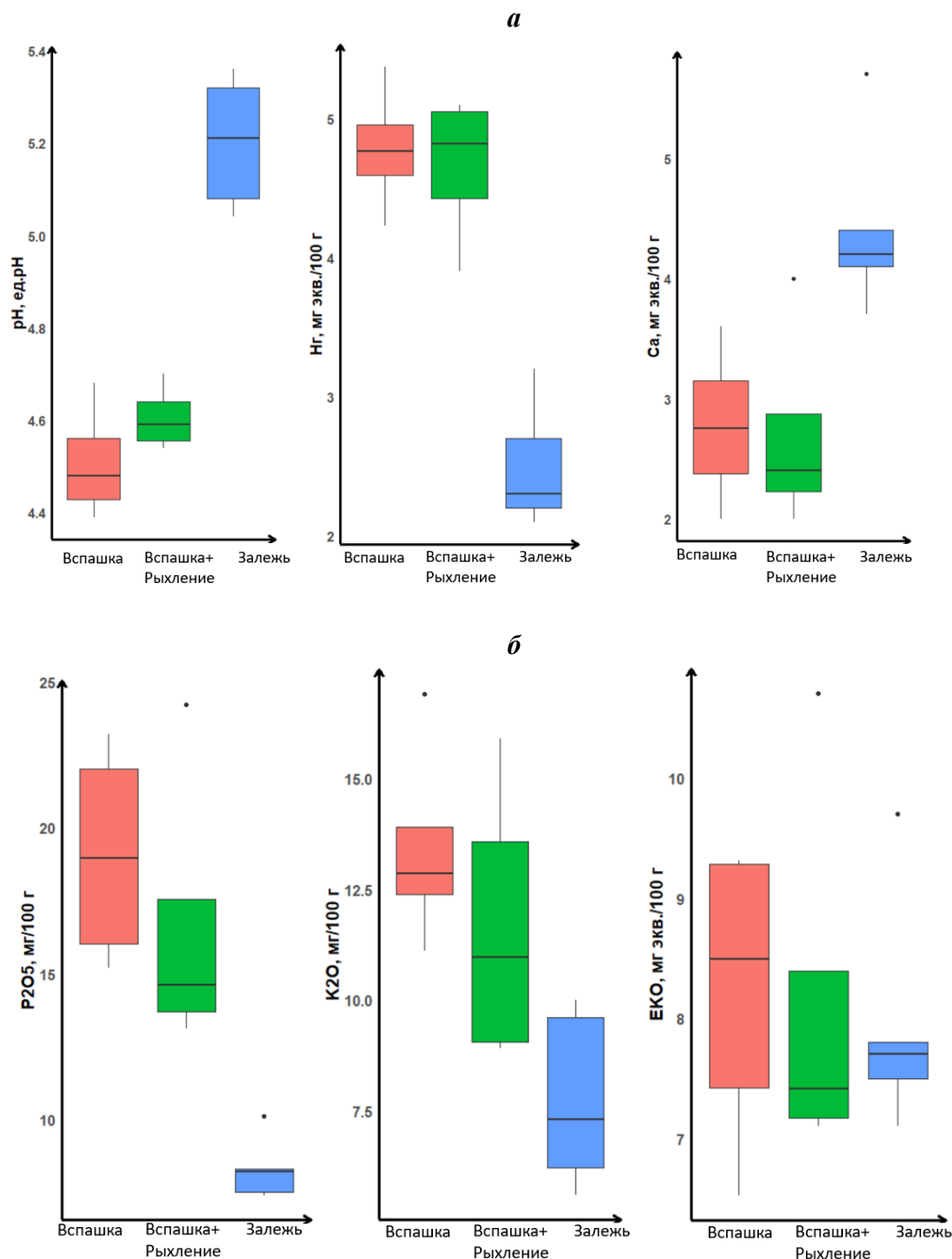


Рис.1. Характеристики почв по вариантам почвообработки

При проведении анализа достоверности различий средних был использован тест Тьюки (с предварительной проверкой нормальности распределения данных). Выводы о значимости различий были сделаны при уровне значимости $p = 0,05$.

На рисунке 2а представлены диаграммы, характеризующие разницу средних значений в подвыборках по типу обработки почвы. Перед проведением оценки с использованием данного критерия были реализованы:

проверка нормальности с помощью теста Шапиро-Уилка, проверка гомогенности дисперсий (тест Бартлетта).

На представленном рисунке отражены результаты парного сравнения средних значений для показателей рН, величины гидролитической кислотности Нг и содержания обменного кальция (Са). Для анализа использовали доверительные интервалы при уровне значимости $p = 0,05$. Для показателя рН выявлено, что разница

средних значений между вариантами «залежь» и «вспашка» составляет около 0,6 ед. рН и доверительный

интервал не пересекает нулевую отметку, что указывает на статистически значимое различие.

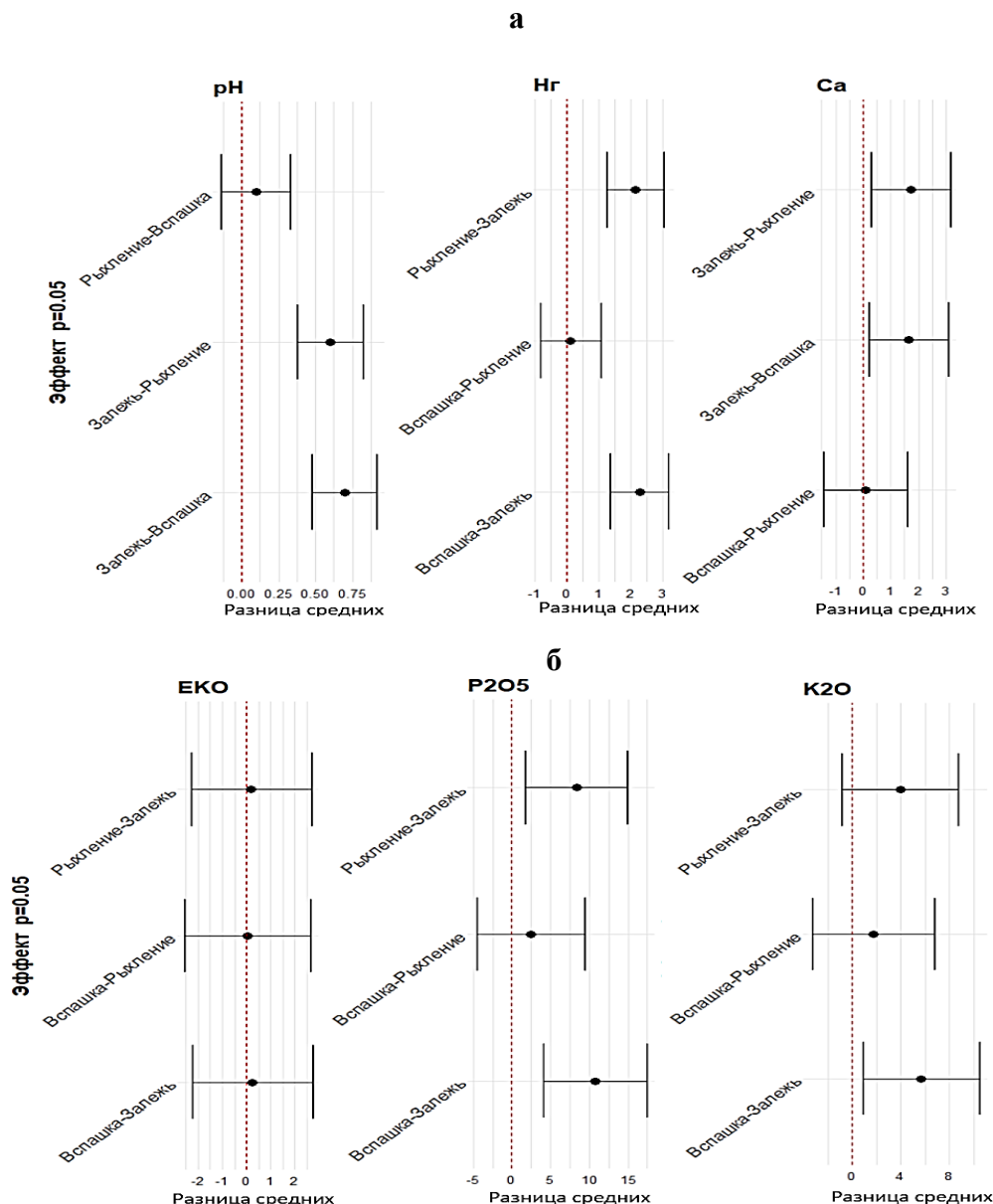


Рис.2. Оценка достоверности различий средних по критерию Тьюки

В то же время разница между залежью и вариантом с рыхлением и вспашкой составляет около 0,5, доверительный интервал не пересекает ноль, что также свидетельствует о наличии статистически значимых различий. Для гидролитической кислотности статистически значимое различие наблюдается между вариантами «залежь» и «рыхление», где разница средних около 2,6 мг-экв/100 г. Доверительный интервал при этом не включает ноль. Варианты «залежь» и «вспашка» аналогично характеризуются статистически значимыми различиями при средней разнице, соответствующей 2,2 мг-экв/100 г. Для содержания обменного кальция значимые различия выявлены между вариантами «залежь» и «вспашка», и «залежь» и «рыхление», где разница средних составляет примерно 1,8 и 1,7 мг-экв/100 г. В обоих случаях доверительные интервалы не пересекают ноль, что указывает на статистически значимые различия. При этом сравнение между вспашкой и рыхлением показало разницу

около 0,5, но доверительный интервал пересекает нулевую отметку, что свидетельствует об отсутствии значимости. Однако по данному параметру нижний предел доверительного интервала для всех вариантов лежит близко к нулевой оси и при повышении уровня значимости p до 0,1 ед. не будет отмечаться статистически достоверных различий за счет расширения диапазона доверительного интервала.

На рисунке 2б отражены результаты попарного сравнения средних значений для показателей величины ЕКО, и обеспеченности подвижными формами P_2O_5 и K_2O . Для анализа использовали доверительные интервалы при уровне значимости $p = 0,05$. Для показателя ЕКО не выявлено статистически значимых различий между сравниваемым группами данных. Для P_2O_5 статистически значимые различия наблюдается между вариантами «залежь» и «рыхление», где разница средних составляет около 8 мг/100 г. Доверительный интервал при

этом не включает ноль. Варианты «залежь» и «вспашка» аналогично характеризуются статистически значимыми различиями при средней разнице, соответствующей 11 мг/100 г. Для содержания K_2O значимые различия выявлены между вариантами «залежь» и «вспашка», где разница средних составляет 6 мг/100 г. Варианты «рыхление» и «вспашка» и «рыхление» и «залежь» имели статистически значимые различия. Однако даже для вариантов «вспашка» и «залежь» при их сопоставлении по данному параметру нижний предел доверительного интервала лежит близко к нулевой оси и при повышении уровня значимости p до 0,1 ед., аналогично, как и для параметра обеспеченности обменным Са, по данному свойству не будет отмечаться статистически достоверных различий.

Вариант	Соотношение размеров почвенных агрегатов, %							
	> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25
	мм							
Залежь	61,3	10,4	7,1	6,9	2,6	4,2	2,4	1,6
Рыхление	38,5	11,3	9,6	11,2	3,5	10,5	5,9	3,2
Вспашка	55,8	9,1	10,4	9,0	2,7	4,8	2,8	2,4

На основании данных, представленных в таблице, наиболее оструктуренной можно считать почву в варианте с глубоким рыхлением. Пахотный горизонт в среднем характеризуется наименьшим содержанием крупных агрегатов (>10 мм), 38,5%, что свидетельствует о минимальной склонности к образованию комков и уплотнению. При этом доля агрономически ценных фракций (10–0,25 мм) составляет 55,2%, что значительно выше по сравнению с вариантами «залежь» (35,2%) и «вспашка» (41,3%). Особенно выделяется высокая доля агрегатов размером 5–3 мм (11,2%) и 1–2 мм (10,5%) в варианте «рыхление», которые обеспечивают оптимальный баланс между водо- и воздухопроницаемостью. Эти фракции способствуют созданию благоприятных условий для роста и развития корневой системы растений. Доля мелкодисперсных частиц (<0,25 мм), негативно влияющих на структуру почвы, в варианте «рыхление» составляет 6,2%, что сопоставимо с вариантом «вспашка» (5,8%) и в среднем несколько ниже, чем в варианте «залежь» (7,5%).

Таким образом, вариант обработки с чередованием вспашки и рыхления демонстрирует наиболее сбалансированное распределение агрегатов, при котором достигаются оптимальные агрофизические свойства: устойчивость структуры, оптимальная аэрация, водоудерживающая способность и снижение эрозионных рисков.

Заключение. Установлено, что почва участка, находящегося в состоянии залежи с 1980 г., характеризуется более благоприятным уровнем кислотности. Среднее содержание pH_{KCl} верхнего горизонта залежи, с преимущественно злаковыми растениями, соответствовало 5,20 ед., в то время как на обрабатываемых участках величина pH_{KCl} в среднем соответствовала 4,55 ед. Величина гидролитической кислотности на обрабатываемых участках в среднем на 2,2 мг-экв/100 г превышала данный параметр почв залежи, а содержание обменного кальция в ППК в пахотных почвах в среднем было ниже на 20-40% относительно залежного участка. Для подвижного фосфора статистически значимые различия

наблюдались между вариантами «залежь» и «вспашка с глубоким рыхлением», где разница средних составляет 8 мг/100 г. Варианты «залежь» и «вспашка» аналогично характеризуются статистически значимыми различиями при средней разнице, соответствующей 11 мг/100 г. Для содержания K_2O значимые различия выявлены между вариантами «залежь» и «вспашка», где разница средних составляет 6 мг/100 г.

Между вариантами с глубоким рыхлением и вспашкой не отмечались статистически значимые различия, ни по одному из анализируемых агрохимических показателей. При этом наиболее хорошо оструктурена почва в варианте с глубоким рыхлением. Почвы варианта с данным способом обработки характеризуются наименьшим содержанием крупных агрегатов (>10 мм) – 38,5%, что свидетельствует о минимальной склонности к образованию комков и уплотнению. Доля агрономически ценных фракций (10–0,25 мм) составляет 55,2%, что значительно выше по сравнению с вариантами «залежь» (35,2%) и «вспашка» (41,3%). Доля мелкодисперсных частиц (<0,25 мм), негативно влияющих на структуру почвы, в варианте с глубоким рыхлением составляет 6,2%, что сопоставимо с вариантом со вспашкой (5,8%) и в среднем несколько ниже, чем в варианте залежи (7,5%).

Литература

1. Куприянов А. Н., Прохоров А. А., Белолюбцев А. И. Применение жидких комплексных минеральных удобрений как фактор оптимизации производства продукции растениеводства в условиях изменения климата // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(233). – С. 33–40. DOI: 10.53083/1996-4277-2024-233-33-40. EDN: MKMRXL.
2. Прохоров А. А., Куприянов А. Н., Борисов Б. А., Ефимов О. Е. Агроэкологическая оценка продуктивности яровой пшеницы в агроландшафтах Нижнекамского района Республики Татарстан // Плодородие. – 2024. – № 5(140). – С. 89–96. DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.19. EDN: DTSWJT.
3. Прохоров А. А., Ефимов О. Е., Борисов Б. А., Горячев П. С. Оценка гумусированности серых и светло-серых лесных почв разных агроэкологических групп в агроландшафтах Калужской области // Плодородие. – 2024. – № 6(141). – С. 9–13. DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.02. EDN: ANNTKG.
4. Arai, M., Miura, T., Tsuzura, H., Minamiya, Y., Kaneko, N. Two-year responses of earthworm abundance, soil aggregates, and soil carbon to no-tillage and fertilization // Geoderma. 2018. Vol. 332. P. 135–141. DOI: 10.1016/j.geoderma.2017.10.021.
5. Baumhardt, R., Stewart, B., Sainju, U. North American soil degradation: processes, practices, and mitigating strategies // Sustainability. 2015. Vol. 7. P. 2936–2960. DOI: 10.3390/su7032936.
6. Boxberger, J., Moitz, G., Schlichtner, H., Wagentrust, H. Produktionskosten und Erträge bei Anwendung alternativer Bodenbearbeitungsstrategien // Wintertagung—Ackerbautag II Hollabrunn. 2005. P. 1–7.
7. Chan, K.Y., Heenan, D.P., So, H.B. Sequestration of carbon and changes in soil quality under conservation tillage on light-textured soils in Australia: a review // Aust. J. Exp. Agric. 2003. Vol. 43(4). P. 325–334.
8. Green, V., Stott, D., Cruz, J., Curi, N. Tillage impacts on soil biological activity and aggregation in a Brazilian Cerrado Oxisol // Soil Tillage Res. 2007. Vol. 92. P. 114–121. DOI: 10.1016/j.still.2006.01.004.
9. Lal, R. Restoring soil quality to mitigate soil degradation // Sustainability. 2015. Vol. 7. P. 5875–5895. DOI: 10.3390/su7055875.
10. McVay, K.A. Soil Physical Conditions in Conservation Tillage Systems. Kansas State Univ.—Research and Extensions. 2006. URL: www.agecon.okstate.edu/isct/labranza/mcvay/soilphys.doc (дата обращения: 19.01.2025).
11. Roldán, A., Salinas-García, J.R., Alguacil, M.M., Caravaca, F. Changes in soil enzyme activity, fertility, aggregation and C sequestration mediated by conservation tillage practices and water regime in a maize field // Appl. Soil Ecol. 2005. Vol. 30. P. 11–20. DOI: 10.1016/j.apsoil.2005.01.004.
12. Tisdall, J.M., Oades, J.M. The effect of crop rotation on aggregation in a red-brown earth // Aust. J. Soil Res. 1980. Vol. 18. P. 423–433.
13. Ye, R., Parajuli, B., Szogi, A.A., Sigua, G.C., Ducey, T.F. Soil health assessment after 40 years of conservation and conventional tillage management in Southeastern Coastal Plain soils // Soil Sci. Soc. Am. J. 2021. Vol. 85. P. 1214–1225. DOI: 10.1002/saj2.20246.

**INFLUENCE OF TILLAGE METHOD ON STRUCTURAL STATE AND AGROCHEMICAL PARAMETERS
OF AGRODERNOVO-PODZOLIC SOIL OF THE MIDDLE RUSSIAN SOUTHERN TAIGA PROVINCE**

A.V. Mikhailenko, A. A. Prokhorov, S.A. Zapivalov, R.Z. Donets
Russian State Agrarian University, K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Russia,
127434, Moscow, 49 Timiryazevskaya str.
artem.prokhorov.2016@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2988-5055>

It was found that the soil of the plot, which has been in fallow condition since 1980, is characterized by a more favorable level of acidity. The average pH_{KCl} content of the upper horizon of fallow, with predominantly cereal plants, corresponded to the value of 5.20 units, while on the treated plots the pH value on average corresponded to the value of 4.55 units. The value of hydrolytic acidity on the cultivated plots on average by 2.2 mg eq/100 g exceeded this parameter of fallow soils, and the content of exchangeable calcium in the soil exchange complex (SEC) in arable soils on average was lower by 20-40% relative to the fallow area. For mobile phosphorus, statistically significant differences were observed between fallow and plowing with deep loosening variants, where the difference in average is 8 mg/100 g. Variants fallow and plowing are similarly characterized by statistically significant differences with the average difference corresponding to 11 mg/100 g. For the content of mobile K_2O , significant differences are found between fallow and plowing variants, where the difference in average is 6 mg/100 g. Between variants with deep loosening and plowing there were no statistically significant differences in any of the analyzed agrochemical indicators. The soil in the variant with deep loosening is most well-structured. Soils of the variant with this method of cultivation are characterized by the lowest content of large aggregates (>10 mm) – 38.5%, which indicates a minimal tendency to clod formation and compaction. At the same time, the share of agronomically valuable fractions (10-0.25 mm) is 55.2%, which is significantly higher compared to the variants fallow (35.2%) and plowing (41.3%). The high share of aggregates of 5-3 mm (11.2%) and 1-2 mm (10.5%) in the variant with deep loosening stands out. The share of fine particles (<0.25 mm), negatively affecting the soil structure, in the variant with deep loosening is 6.2%, which is comparable to the variant with plowing (5.8%) and on average slightly lower than in the fallow variant (7.5%).

Keywords: Soil quality indicators, Aggregate stability, Soil tillage, agrochemical properties.