

физических показателей позволяет уменьшить потери при неблагоприятных погодных условиях.

Заключение. Доказано, что баланс энергии в севообороте в почвах является интегральной характеристикой их генезиса, плодородия, экономической эффективности принятой системы земледелия.

Баланс энергии в почве существенно определяется генезисом почв, степенью оптимальности принятых составляющих систем земледелия. Затраты энергии на поглощение из почв биофильных элементов определяются прочностью связи этих элементов с ППК и количеством элементов, необходимых растениям для получения планируемого урожая.

Запасы энергии в почвах существенно уменьшаются при эродированности и оглеенности почв. В то же время, запасы энергии в урожае с.-х. культур значительно зависят от климатических условий года. Риск снижения урожая при неблагоприятных условиях меньше на почвах большей степени окультуренности.

При правильной системе применения удобрений запасы энергии в почве и урожае возрастают, но при избыточном внесении под урожай, необоснованный по КПД ФАР, проявляется закон убывающей отдачи (меньшая эффективность применения удобрений по приросту урожая, улучшению его качества, повышению плодородия почв).

Установлено, что энергетическая эффективность плодородия почв в значительной степени зависит от взаимосвязей свойств почв в разных интервалах независимых переменных.

Показано, что энергетическая оценка плодородия почв определяется не только выбором оптимальных вариантов систем удобрения в севообороте, но и оптимизацией системы обработки, чередования культур и системы севооборотов.

Литература

1. Алиев С. А. Биоэнергетика органического вещества. – Баку: ЭЛМ, 1973. – 66 с.
2. Волобуев В.Р. О двух узловых решениях энергетики почвообразования// Почвоведение. – 1984. – №7. – С. 5-11.
3. Володин В.М. Экологические основы оценки и использования плодородия почв. – М.: ЦИНАО, 2000. – 336 с.
4. Гукалов В.В., Баршадская СИ., Сорокин А.Е., Савич В.И. Изменение эффективности применения минеральных удобрений на черноземах и дерново-подзолистых почвах при неоправданном увеличении их доз// Международный с.-х. ж.-л. – 2020. – №1. – С. 83-86.
5. Замараев А.Г., Савич В.И., Сычев В.Г., Духанин Ю.А. Энергомассообмен в звене полевого севооборота, ч. 2. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2005. – 336 с.
6. Панов Н.П., Савич В.И., Шестаков Е.И. Экологически и экономически обоснованные модели плодородия почв. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2014. – 380 с.
7. Савич В.И., Сычев В.Г., Замараев А.Г., Сюняев Н.К., Никольский Ю.Н. Энергетическая оценка плодородия почв. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2007. – 500 с.
8. Савич В.И., Сычев В.Г., Балабко П.Н., Гукалов В.В. Энергетическая оценка систем земледелия// Международный с.-х. ж.-л. – 2015. – №5. – С. 12-15.
9. Трухачев В.И., Пенчуков В.И., Доронко Г.Р. Энергосберегающие почвозащитные системы земледелия Ставропольского края. Эволюция и деградация почвенного покрова. 3- Международная научная конф., 2007. – С. 206-208.

ENERGY BALANCE IN THE FIELD CROP ROTATION LINK ON SOD-PODZOLIC SOILS AND ORDINARY CHERNOZEM

V.I. Savich ¹, V.V. Gukalov ², V.D. Naumov ¹, N.L. Kamennykh ¹, K.A. Shmakova ¹, N.A. Babaeva ³

¹ Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,

² North Kuban agricultural experimental station,

³ Samarkand State University of Veterinary Medicine, Livestock and Biotechnology

E-mail: kshmakova@rgau-msha.ru, +79855054522

When interpreting the data of 30-40-year field experiments on sod-podzolic soils and ordinary chernozem, it is shown that the energy efficiency of farming systems is determined by the genesis and fertility of soils, the optimal choice for specific conditions of crop rotation systems, fertilizers, processing. The yield of sugar beet on ordinary chernozem was 30.1 t/ha when using N44P52K36 – 43.2 t/ha, when applying 12 t/ha of manure at the same time – 45.7 t/ha. With an unjustified increase in fertilizer doses for a crop that is not provided with the efficiency of the headlights and the totality of soil properties, the law of diminishing returns is manifested, both in terms of the effect on increasing the yield and in terms of the effect on improving soil properties and product quality. On poorly cultivated sod-podzolic soils, it was more profitable to grow herbs and vico-oat mixture, on well-cultivated ones – winter wheat. It is shown that the alternation of crops, the choice of optimal processing methods, and the relationship between soil properties had a significant impact on the energy efficiency of growing agricultural crops.

УДК: 631.6 : 631.51: 631.41

DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.15

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Ю.И. Митрофанов, к.с.-х.н., М.В. Гуляев, 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

Работа выполнена в 2014-2022 г. на агрополигоне Губино ВНИИМЗ в Тверской области. Почва дерново-подзолистая окультуренная легкосуглинистая глееватая на маломощном двучлене, осушаемая закрытым гончарным дренажем. Объемное щелевание проводили под первую культуру опыта на глубину 45-50 см специально разработанным орудием. Ширина щели 16 см, шаг щелевания 140 см. Установлено, что наиболее эффективна комбинированная система обработки с совместным применением в севообороте объемного щелевания и гребневой технологии обработки почвы. В среднем за первые 5 лет при гребнистой вспашке урожайность овса повысилась на 0,36 т/га (12,0%), под влиянием щелевания – на 0,60 (20,0%), при совместном их действии – на 0,82 т/га, или 27,0%. Прибавки урожая получены за счет увеличения количества продуктивных стеблей и массы зерна в метелке: при щелевании – на 8,4 и 11,3%, при гребнистой вспашке – на 6,1 и 12,0%. Применение щелевания позволяет расширить функцио-

нальные возможности приемов минимизации обработки почвы под отдельные культуры севооборота. По агрохимическим свойствам наиболее значительные изменения наблюдались при комбинированной и минимальной системах обработки почвы. За 7 лет при комбинированном варианте обработки содержание гумуса в слое 0-20 см увеличилось на 0,21%, при минимальной – на 0,30, при гребневой – на 0,07, при отвальной уменьшилось на 0,02 – 0,16%. Кислотность (рН) почвы повысилась во всех вариантах обработки на 0,30-0,34 ед., насыщенность основаниями снизилась на 4,3-8,2%. Изменения в почвенном поглощающем комплексе были менее значительными при комбинированной системе обработки почвы (4,3%), наиболее – при минимальной (8,2%).

Ключевые слова: осушаемая почва, овес, система обработки почвы, объемное щелевание, гребневая вспашка, агрохимические свойства, урожайность.

Для цитирования: Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В. Влияние систем основной обработки почвы на продуктивность и агрохимические свойства почвы// Плодородие. – 2023. – №5. – С. 59-64. DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.15.

В адаптивных системах земледелия обработка почвы – один из основных структурных элементов, определяющих современный уровень агроэкономической, агроэкологической и технологической эффективности земледелия. Важнейшими ее задачами являются: повышение эффективного плодородия почв, регулирование их водно-воздушного режима, устранение избыточного увлажнения, накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги, создание благоприятных условий для своевременного посева культур, улучшение фитосанитарного состояния полей – уменьшение засоренности посевов и пахотного слоя почвы семенами и вегетативными органами сорных растений, подавление болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, повышение эффективности органических и минеральных удобрений путем правильной заделки их в почву и др. [1-3]. В условиях адаптивной интенсификации земледелия система обработки почвы должна соответствовать почвенно-климатическим условиям и зональным особенностям основных типов ландшафтов, функционально направлена на снижение или устранение факторов, лимитирующих уровень продуктивности сельскохозяйственных культур (переувлажнение, переуплотнение, дегумификация, смывость и др.) [4-6].

В настоящее время на осушаемых землях основным приемом традиционной системы обработки является обычная вспашка, в полевых севооборотах рекомендуют отвальную систему обработки с элементами безотвальной и мелкой обработок почвы [7]. На хорошо дренированных слабооглеенных и глееватых почвах легкого гранулометрического состава эффективна разноглубинная обработка. Замена вспашки мелкой обработкой возможна при подготовке почвы под озимую рожь после однолетних бобово-злаковых трав и под яровые зерновые культуры после картофеля. На осушаемых землях с недостаточно отрегулированным мелиоративным режимом большое значение имеет включение в систему обработки агрономелиоративных приемов (АП). Их применение направлено на усиление осушающего действия дренажа, устранение причин, вызывающих нарушение водно-воздушного режима из-за избыточного увлажнения, на улучшение воздушного и температурного режимов почвы, влагообеспеченности растений в засушливые периоды и т.д. [8-10]. Применение АП позволяет повысить продуктивность основных полевых культур на 10-30% в зависимости от культуры, вида мероприятий и водности года [11, 12]. По влиянию на водный режим АП подразделяют на две группы:

направленные на усиление поверхностного и внутрипочвенного стока по пахотному слою почвы;

направленные на усиление внутрипочвенного стока по пахотному и подпахотному слоям почвы, увеличение

ее водовместимости и водопроницаемости, улучшение работы дренажа.

Как показали исследования, в первой группе наибольшего внимания заслуживает гребневая вспашка в системе зяблевой подготовки почвы под ранние яровые культуры, во второй – глубокое мелиоративное рыхление и щелевание почвы [12, 13]. Срок действия последних чаще всего 2-4 года. В этой связи большой интерес представляют разработка агрономелиоративных приемов с более длительным сроком действия, создание комбинированных ресурсосберегающих систем обработки почвы с агрономелиоративными приемами, относящихся к разным технологическим группам, изучение возможности эффективного совмещения в системе основной обработки почвы приемов агрономелиорации с приемами ее минимизации.

Цель исследований – показать влияние разных систем обработки почвы и приемов агрономелиорации на продуктивность и агрохимические свойства осушаемой почвы.

Методика. Опыты по оценке действия разных приемов и систем основной обработки на продуктивность культур и агрохимические свойства почвы проводили в 2014-2022 г. на агрополигоне Губино (Тверская обл.) Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра «Почвенный институт имени В.В. Докучаева».

Схема опыта включала пять вариантов систем обработки почвы (табл. 1).

1. Схема опыта		
Вариант систем основной обработки почвы	Прием обработки почвы	
	Под первую культуру севооборота (2014 г.)	В последующие годы (2015-2018 г.)
1. Традиционная (отвальная) – контроль	Ежегодная обычная вспашка на глубину 20-22 см (контроль)	
2. Гребневая	Ежегодная гребневая вспашка на глубину 20-22 см	
3. Комбинированная – гребневая с объемным щелеванием	Д + Щ + гребневая вспашка на 20-22 см	Ежегодная гребневая вспашка на глубину 20-22 см
4. Традиционная с объемным щелеванием	Д + Щ + дискование в два следа на 10-12 см	Ежегодная обычная вспашка на глубину 20-22 см
5. Минимальная с объемным щелеванием		Ежегодное дискование на глубину 10-12 см

Примечание. Д – дискование на глубину 6-8 см, Щ – объемное щелевание на глубину 45-50 см, шаг щелевания 140 см. Вспашку во всех вариантах проводили после дискования на глубину 6-8 см.

Объемное щелевание почвы в опыте проводили специально разработанным орудием, позволяющим формировать щели шириной 16 см и заполнять нижнюю их часть в процессе щелевания послеуборочными остатками зерновых культур – стерней и измельченной соломой озимой ржи в смеси с гумусовым слоем. Глубина щелевания 45-50 см, шаг щелевания 140 см [13]. Для проведения гребневой вспашки был использован переоборудованный 4-корпусный навесной плуг ПН-4-35. Ширина гребней в основании 70 см, высота – 22-25 см. В варианте 3 обработку почвы в первый год проводили комбинированным способом. Гребневую вспашку, а также дискование в вариантах 3 и 4 проводили после щелевания в направлении щелей без их уплотнения колесами трактора. Движение трактора осуществляли по следам, оставленным трактором при проведении щелевания. В последующие годы основную обработку почвы проводили без учета расположения щелей на поле. Подготовка поля перед щелеванием заключалась в измельчении соломы и обработке поверхности дисковой бороны на глубину 6-8 см.

Первым годом действия щелевания был 2015, в 2016-2022 г. изучали его последствие на 2-8-й годы после проведения. Исследования велись в звеньях севооборотов: рапс яровой – овес (2015-2018 г.) и овес с подсевом трав – многолетние травы 1-3-го г.п. (2019-2022 г.). При закладке опыта в варианте 4 обычную вспашку заменили дискованием в два следа на 10-12 см. Связано это с необходимостью исключить разрушение и уплотнение щелей при последующих за щелеванием обработках почвы. Такая замена, как установлено ранее, не вызывает снижения урожайности овса по сравнению с вспашкой.

Опытный участок осушен закрытым гончарным дренажем, расстояние между дренами 20 м, глубина заложения 0,9-1,2 м. Щелевание почвы проводили поперек расположения дрен. Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая с атмосферным типом водного питания. Мощность гумусового слоя 25-27 см. Среднее содержание гумуса 2,75% (по Тюрину), доступного фосфора – 22,4 мг/100 г почвы, обменного калия – 10,4 мг/100 г почвы (по Кирсанову), $pH_{\text{сол.}}$ почвенного раствора 5,7 (ГОСТ 26483-85), сумму оснований и гидролитическую кислотность определяли по Каппену. Повторность опыта 4-кратная, учетная площадь делянок 80-100 м². Все варианты обработки сравнивали на среднем фоне удобрений. Минеральные удобрения вносили в дозах $N_{50-60}P_{50-60}K_{50-60}$, позволяющих получать 3,0-4,0 т зерна с 1 га. Органические удобрения не применяли. В почву во всех вариантах

опыта органическое вещество поступало в виде соломы овса, растительной массы рапса, пожнивных (поукосных) и корневых остатков всех выращиваемых культур, в том числе многолетних трав.

В опыте выращивали районированные в Тверской области сорта культур, возделывание осуществлялось по рекомендованным в зоне технологиям, за исключением изучаемых приемов. Учет урожая зерновых культур проводили сноповым и комбайновым способами с пересчетом на стандартную 14%-ную влажность зерна. Достоверность приростов урожая определяли методом дисперсионного анализа [14].

Результаты и их обсуждение. Исследованиями установлено, что объемное щелевание почвы и гребневая вспашка по влиянию на урожайность основных полевых культур являются эффективными приемами, при этом щелевание почвы обладает продолжительным положительным действием на их продуктивность. По обобщенным данным (2012-2021 г.), урожайность рапса ярового в полевых опытах под влиянием объемного щелевания почвы, в среднем за 6 лет, увеличилась на 2,3 т/га, овса (в среднем за 8 лет) – на 0,53, яровой пшеницы – на 0,74, озимой тритикале – на 0,82, озимой ржи – на 1,03, картофеля – на 2,2, многолетних трав – на 2,7-4,9 т/га. По сравнению с контролем относительный уровень приростов урожая по отдельным культурам составил от 5,8 до 24,1%. В опыте с системами обработки почвы приросты урожая на овсе от гребневой вспашки и щелевания, при раздельном их применении (в первый год проведения опыта и в 1-й год действия щелевания), составили 12,4 и 22,9% соответственно.

Положительное действие щелевания на урожайность овса в этом опыте наблюдалось в течение 5 лет. Приросты урожая у овса от щелевания при разных вариантах его сочетания с приемами основной обработки почвы, в среднем за 2015-2019 г., составили 0,46-0,60 т/га, или 13,7-20,0% (рис.). При гребневой системе обработки почвы прирост урожая на обычном фоне (без щелевания), в среднем за 5 лет, составила 0,36 т/га, или 12,0%, а при щелевании почвы она уменьшилась до 0,22 т/га (6,1%). Наиболее значительный прирост урожая овса получен в варианте с комбинированной агрономической системой обработки почвы. При совместном действии щелевания и гребневой вспашки урожайность овса, по сравнению с контролем, увеличилась на 0,82 т/га, или на 27,3%. Долевое участие щелевания в суммарной пятилетней приросте урожая составило 73,2%, гребневой вспашки – 26,8%.

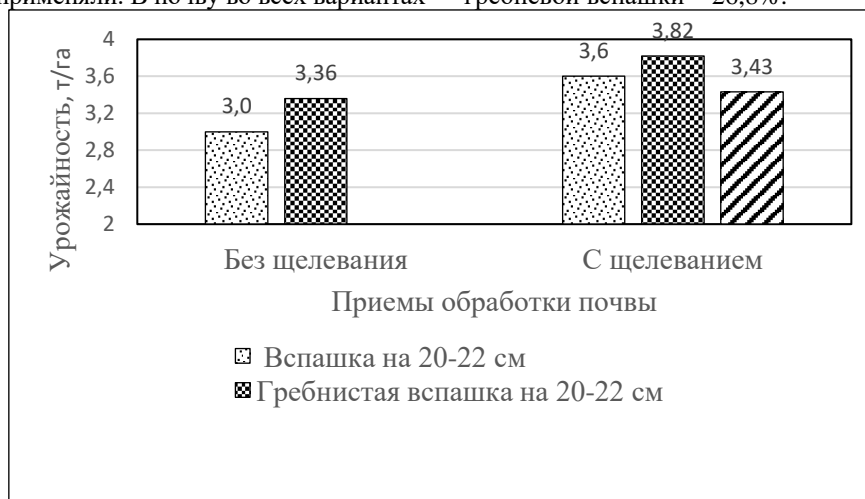


Рис. Урожайность овса при разных системах обработки почвы (HCp_{05} для частных средних – 0,21 т/га)

Необходимо отметить, что урожайность овса в варианте с щелеванием и мелкой обработкой почвы, по сравнению с контролем, была выше на 0,43 т/га (14,3%) и не уступала гребневой системе обработки почвы.

Анализ структуры урожая показал, что увеличение урожайности овса, как при щелевании почвы, так и при гребневой вспашке, произошло за счет возрастания количества продуктивных стеблей и массы зерна в метелке. При щелевании их показатели увеличились на 8,4 и 11,3%, при гребневой вспашке на 6,1 и 12,0% соответственно. На фоне щелевания преимущество гребневой вспашки перед обычной существенно уменьшилось – количество стеблей с метелкой в обоих вариантах было практически одинаковым, а небольшой прирост урожая получен за счет большей массы зерна в метелке. При совместном действии щелевания и гребневой вспашки количество продуктивных стеблей (по сравнению с контролем) увеличилось на 31,0 шт/м² (9,4%), а масса зерна в метелке – на 0,20 г (15,0%). Участие продуктивных стеблей в приросте урожая при совместном действии щелевания и гребневой вспашки в среднем за 5 лет составило 41,6%, метелки – 58,4%.

На рапсе яровом эффективность агрономелиоративных приемов обработки почвы была существенно ниже, чем на овсе. Под влиянием щелевания урожайность рапса, в зависимости от способа основной обработки, повышалась на 6,3-11,2%. Гребневая вспашка преимуществ перед обычной не имела. На фоне с щелеванием различия между вариантами систем основной обработки почвы были несущественными. При обработке почвы под рапс яровой (после овса), на фоне объемного щелевания, возможна замена вспашки дискованием на глубину 10-12 см.

Накопительный эффект от систем обработки проявился в последствии на многолетних травах 1-го г.п. (6-й год действия щелевания). В условиях избыточно влажного 2020 г. агрономелиоративные приемы сохранили свое влияние на продуктивность клеверо-тимофеечной смеси, прежде всего за счет увеличения биомассы клевера. В варианте с гребневой системой обработки почвы урожайность зеленой массы клеверо-тимофеечной смеси увеличилась на 18,0%, на фоне щелевания, в зависимости от вариантов систем основной обработки, – на 13,9-24,6%. Наиболее низкая урожайность клеверо-тимофеечной смеси получена в варианте с минимальной системой обработки – 36,1 т/га зеленой массы, или на 3,4 т/га меньше, чем в варианте со вспашкой. От совместного действия гребневой вспашки и щелевания достоверное увеличение урожайности клеверо-тимофеечной смеси не получено.

Преимущество систем обработки почвы с агрономелиоративной направленностью сформировалось, прежде всего, благодаря лучшей влагообеспеченности растений и оптимизации водно-воздушного режима. Агрофизические параметры почвы по плотности, общей пористости, пористости аэрации, коэффициенту аэрации (соотношение воды и воздуха в почве) более благоприятными для произрастания растений были в варианте с гребневой вспашкой и объемным щелеванием почвы. В среднем за вегетацию на контроле они составили, соответственно, 1,39 г/см³, 46,9%, 20,8% и 0,80 ед., а в варианте с комбинированной системой обработки – 1,35 г/см³, 49,2, 24,8% и 1,02 ед.

Наблюдения за агрохимическими свойствами почвы позволили выявить влияние систем обработки почвы на

динамику основных показателей ее плодородия – содержание гумуса и элементов питания, кислотность, насыщенность основаниями и др. Наиболее значительные изменения в динамике гумуса в слое 0-20 см отмечены в вариантах с щелеванием при гребневой и минимальной системах основной обработки почвы. При комбинированной системе обработки почвы содержание гумуса за время проведения опыта увеличилось на 0,21%, при минимальной – на 0,30% (табл.2).

2. Влияние приемов основной обработки почвы на показатели гумуса, %

Номер варианта	Система основной обработки почвы	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		Изменения в содержании гумуса, ±	НСР ₀₅ , %
			Начало опыта (2015 г.)	Окончание опыта (2020/2022 г.*)		
1	Традиционная (отвальная) – контроль	0-20	2,75	2,59	-0,16	0,07
		20-40	1,20	1,87	+0,67	0,03
		0-40	1,98	2,23	+0,25	0,05
2	Гребневая	0-20	2,80	2,87	+0,07	0,14
		20-40	1,20	1,90	+0,70	0,32
		0-40	2,00	2,39	+0,39	0,25
3	Комбинированная – гребневая с объемным щелеванием	0-20	2,70	2,91	+0,21	0,14
		20-40	1,50	2,00	+0,50	0,44
		0-40	2,10	2,46	+0,36	0,27
4	Традиционная с объемным щелеванием	0-20	2,77	2,75	-0,02	0,15
		20-40	1,70	2,25	+0,55	0,32
		0-40	2,24	2,50	+0,26	0,23
5	Минимальная с объемным щелеванием	0-20	2,77	3,07	+0,30	0,18
		20-40	1,55	2,00	+0,45	0,20
		0-40	2,16	2,54	+0,38	0,25

*В среднем за 2 года на многолетних травах.

При гребневой системе обработки почвы баланс гумуса был также положительным. В этих же условиях при обычной системе обработки почвы наблюдалось снижение содержания гумуса: на контроле оно составило 0,16%, на фоне с щелеванием – 0,02%. В слое 20-40 см при всех системах обработки почвы наблюдалось увеличение содержания гумуса на 0,45-0,70%. Наибольшее увеличение гумуса произошло в вариантах с обычной и гребневой системами обработки почвы. В среднем по двум слоям почвы (в слое 0-40 см) содержание гумуса во всех вариантах также увеличилось – на 0,25-0,39%. Наиболее значительным увеличением было в вариантах с минимальной, гребневой и комбинированной системами обработки почвы, по сравнению с контролем увеличение составило 0,11-0,14%. Следует отметить, что при проведении объемного щелевания и использовании гумусового слоя почвы для заполнения нижней части щелей наблюдаются некоторое снижение содержания гумуса в пахотном слое и увеличение его в подпахотной части.

В отношении динамики основных элементов питания следует отметить уменьшение количества легкогидролизуемого азота в вариантах с гребневыми системами обработки почвы, а также снижение содержания доступного фосфора и обменного калия в варианте с минимальной обработкой. В целом содержание доступного фосфора в конце опыта по вариантам составляло 21,8-24,7 мг/100 г почвы, обменного калия – 10-14 мг/100 г (табл. 3).

3. Влияние приемов основной обработки почвы на динамику элементов питания в почве

Номер ва- рианта	N л.г.			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	мг/100 г почвы								
	2015 г.	2022 г.	±	2015 г.	2022 г.	±	2015 г.	2022 г.	±
Слой почвы 0 – 20 см									
1	5,52	5,60	+0,08	22,4	21,8	-0,6	10,4	10,0	-0,4
2	5,44	5,05	-0,39	26,4	24,7	-1,7	14,2	11,4	-2,8
3	5,61	4,95	-0,66	23,8	23,1	-0,7	13,7	10,8	-2,9
4	5,34	5,70	+0,36	26,4	25,4	-1,0	13,4	14,0	+0,6
5	5,73	6,15	+0,42	29,8	22,0	-7,8	17,1	10,4	-6,7
Слой почвы 20 – 40 см									
1	5,18	5,3	+0,12	23,1	20,5	-2,6	10,3	9,1	-1,2
2	6,26	5,1	-1,16	28,0	22,8	-5,2	14,2	13,3	-1,1
3	6,37	4,9	-1,47	23,9	21,0	-2,9	13,6	10,2	-3,4
4	5,88	5,5	-0,38	25,4	25,8	+0,4	14,2	12,1	-2,1
5	6,09	5,8	-0,29	29,7	23,2	-6,5	17,0	9,7	-7,3

Примечание. 2015 г. – начало опыта, 2022 г. – окончание опыта, ± – изменения за время проведения опыта.

Изменения кислотности почвы при всех системах обработки почвы было однонаправленным – наблюдалось ее повышение в слое 0-20 см со средней скоростью 0,05 ед. в год по рН. За 7 лет кислотность почвы (рН) в слое 0-20 см увеличилась на 0,30-0,34 ед., в слое 20-40 см – на 0,19-0,36 ед. (табл. 4).

В подпахотном слое почвы более значительное подкисление наблюдалось в вариантах с обычной системой обработки почвы, наименьшее – при гребневой и комбинированной системах. Аналогичное влияние системы обработки почвы оказали на гидролитическую кислотность почвы – подкисление в слое 0-20 см по вариантам опыта составило 0,64-0,83 мг-экв/100 г почвы, в слое 20-40 см – 0,36-0,72 мг-экв/100 г.

4. Влияние приемов основной обработки почвы на динамику кислотности почвы

Номер вари- анта	рН _{сол.}			Гидролитическая кислот- ность (Н _г), мг-экв/100 г почвы		
	2015 г.	2022 г.	±	2015 г.	2022 г.	±
	Слой почвы 0-20см					
1	5,67	5,34	-0,33	1,83	2,47	+0,64
2	5,61	5,31	-0,30	1,95	2,60	+0,65
3	5,76	5,43	-0,33	1,75	2,45	+0,70
4	5,74	5,42	-0,32	1,77	2,50	+0,73
5	5,65	5,31	-0,34	1,92	2,75	+0,83
Слой почвы 20-40 см						
1	5,77	5,41	-0,36	1,58	2,27	+0,69
2	5,63	5,36	-0,27	1,88	2,50	+0,62
3	5,70	5,51	-0,19	1,86	2,22	+0,36
4	5,75	5,43	-0,32	1,70	2,42	+0,72
5	5,70	5,39	-0,31	1,80	2,50	+0,70

Примечание. 2015 г. – начало опыта, 2022 г. – окончание опыта, ± – изменения за время проведения опыта.

Изменения в почвенном поглощающем комплексе пахотного слоя почвы также, в основном, были однонаправленными – за время проведения опыта произошло уменьшение суммы оснований, емкости поглощения и насыщенности основаниями. Наименее отрицательными эти изменения были в варианте с комбинированной системой обработки почвы, наиболее – на фоне щелевания с обычной и минимальной системами обработки почвы. В слое 0-20 см насыщенность основаниями в этих вариантах снизилась на 7,0-8,2%, в слое 20-40 см – на 6,1 % (табл. 5).

При комбинированной системе обработки почвы насыщенность основаниями также снизилась, но существенно меньше – на 4,3 и 2,9% соответственно слоям почвы.

5. Влияние приемов основной обработки почвы на насыщенность почвы основаниями

Номер вари- анта	Сумма оснований			Емкость поглоще- ния			Насыщенность основаниями,%		
	мг-экв/100г почвы								
	2015 г.	2022 г.	±	2015 г.	2022 г.	±	2015 г.	2022 г.	±
Слой почвы 0 – 20см									
1	10,1	9,21	-0,81	12,0	11,7	-0,3	84,5	78,6	-5,9
2	9,92	9,12	-0,80	11,9	11,7	-0,2	83,4	78,0	-5,4
3	10,3	10,6	+0,3	12,1	13,0	+0,9	85,4	81,1	-4,3
4	10,1	9,0	-1,1	11,9	11,5	-0,4	85,2	78,2	-7,0
5	9,80	8,53	-1,27	11,7	11,3	-0,4	83,7	75,5	-8,2
Слой почвы 20- 40см									
1	9,75	8,83	-0,92	11,8	11,1	-0,7	82,6	79,5	-3,1
2	9,74	10,1	+0,27	11,6	12,6	+1,0	84,0	80,1	-3,9
3	10,0	9,57	-0,43	11,9	11,8	-0,1	84,0	81,1	-2,9
4	10,3	9,57	-0,73	12,0	12,0	0	85,8	79,7	-6,1
5	9,69	8,67	-1,02	11,5	11,1	-0,4	84,2	78,1	-6,1

Примечание. 2015 г. – начало опыта, 2022 г. – окончание опыта; ± – изменения за время проведения опыта.

Закключение. Объемное щелевание и гребневая вспашка являются эффективными приемами агрономии осушаемых почв, направленными на улучшение их агрофизического состояния, сохранение почвенного плодородия и повышение урожайности полевых культур. Объемное щелевание почвы, обладающее продолжительным сроком действия, создает условия для совершенствования и повышения эффективности традиционной, минимальной и гребневой систем обработки почвы в севооборотах. Наиболее эффективна комбинированная агрономическая система обработки почвы с объемным щелеванием и осенним гребневанием почвы. На глееватой легкосуглинистой дренированной почве урожайность овса при гребневой системе обработки почвы повысилась в среднем за 5 лет на 0,36 т/га (12,0%), а под влиянием щелевания – на 0,60 т/га (20,0%), при комбинированной агрономической системе и совместном действии щелевания и гребневой вспашки – на 0,82 т/га, или 27,0%. В сумме за 5 лет прибавка урожая овса от щелевания почвы при отвальной системе обработки составила 3,0 т зерна с 1 га, при гребневой комбинированной – 4,1 т/га, или на 36,7% больше. Установлено, что комбинированная система обработки почвы оказывает положительное влияние на баланс гумуса и состояние почвенного поглощающего комплекса пахотного слоя почвы. Объемное щелевание почвы осуществляют специальным орудием на глубину 45-50 см с формированием широких щелей и заполнением их измельченной соломой и растительными остатками в смеси с гумусовым слоем. В полевых севооборотах лучшим местом для

его проведения является мелиортивно-паровое звено полевых севооборотов – после озимой ржи.

Литература

1. Перфильев Н. В., Вьюшина О. А. Элементы плодородия и продуктивность пашни в зависимости от обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50. – № 1. – С. 5-12. doi: 10.26898/0370-8799-2020-1-1
2. Самофалова И. А. Влияние способов основной обработки на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы в Нечерноземной зоне // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 24-28. doi: 10.24411/00443913-2019-10107.
3. Немченко В.В., Волюнкина О.В., Дерябин В.П. Системы обработки почвы и ее плодородие // Агрохимический вестник. – 2022. – №3. – С.86-96. Doi: 10.24412/1029-2551-2022-3-016.
4. Киришин В.И. Состояние и проблемы развития адаптивно-ландшафтного земледелия // Земледелие. – 2021. – №2. – С.3-7. Doi: 10.244/0044 – 3913-2021-10201
5. Киришин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. – СПб.: ООО «Квадро», 2020. – 276 с.
6. Савенков В.П. Твердость и влагообеспеченность почвы при различных системах основной ее обработки // Плодородие. – 2022. – № 4. – С. 55-58. DOI: 10.25680/S19948603.2022.127.15
7. Системы земледелия на мелиорированных землях Нечерноземной зоны РСФСР (рекомендации). – М: Россельхозиздат, 1984. – 180 с.

8. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Бубер А.Л. Влияние приемов обработки почвы на агрофизические показатели плодородия при возделывании ячменя на мелиорированных землях Верхневолжья // Плодородие. – 2018. – № 4. – С. 40-43.
9. Кизяев Б.М., Мамаев З.М., Перишина О.Ф. Агромелиоративные мероприятия на минеральных переувлажненных землях. – М.: ВНИИА, 2013. – 140 с.
10. Новоселов С.И., Кузьминых А.Н., Еремеев Р.В. Плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от основной обработки и севооборота // Плодородие. – 2019. – № 6. – С. 22-25. DOI: 10.25680/S19948603.2019.111.06
11. Митрофанов Ю.И. Роль мелиорации и отдельных приемов земледелия в повышении продуктивности переувлажняемых почв // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №3. – С. 30-33.
12. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н. Гребнистый способ посева зерновых культур на осушаемых землях // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – №3. – С. 301-312. DOI:10.30766/2072-9081.2020.21.3.301-312
13. Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Пугачева Л.В., Первушина Н.К. Новый способ щелевания осушаемых почв // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – №5. – С. 541-545. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_5_541
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

INFLUENCE OF BASIC TILLAGE SYSTEMS ON PRODUCTIVITY AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL

Yu.I. Mitrofanov, PhD (Agric.), M.V. Gulyaev, Cand. (Agric.)

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

The work was carried out in the period 2014-2022 at the Gubino VNIIMZ agricultural polygon in the Tver region. Soddy-podzolic cultivated light loamy gleyic soil on a thin binomial, drained by closed pottery drainage. Volumetric slotting was carried out under the first culture of the experiment to a depth of 45-50 cm using a specially designed tool. Slit width 16 cm, slot spacing 140 cm. It has been established that the most effective is the combined tillage system with the combined use of volumetric slotting and ridge tillage technology in the crop rotation. On average, over the first 5 years, with raised bed plowing, the yield of oats increased by 0.36 t/ha (12.0%), under the influence of slotting – by 0.60 (20.0%), with their combined action – by 0.82 t/ha or 27.0%. Yield increases were obtained due to an increase in the number of productive stems and the mass of grain in the panicle: with slotting – by 8.4 and 11.3%, with ridge plowing – by 6.1 and 12.0%. The use of slotting makes it possible to expand the functionality of methods for minimizing tillage for individual crops in a crop rotation. In terms of agrochemical properties, the most significant changes were observed with combined and minimum tillage systems. For 7 years, with a combined treatment option, the humus content in a layer of 0-20 cm increased by 0.21%, with a minimum – by 0.30%, with a ridge – by 0.07%, with a moldboard it decreased by 0.02 -0.16 %. The acidity (pH) of the soil increased by 0.30-0.34 for all treatment options, the saturation with bases decreased by 4.3-8.2%. Changes in the soil-absorbing complex were less significant with the combined tillage system (4.3%), the most – with the minimum one (8.2%).

Key words: drained soil, oats, tillage system, volumetric slotting, ridge plowing, agrochemical properties, yield.

УДК 631.416.8:631.432

DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.16

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МЕДИ, ЦИНКА И МАРГАНЦА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Г.А. Ступакова, к.б.н., А.А. Лапушкина, к.б.н., Е.Э. Игнатьева,

Т.И. Щиплецова, Д.К. Митрофанов, Е.Ю. Ветрова,

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт имени Д.Н. Прянишникова (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»)

127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д.31А

Работа выполнена по государственному заданию FGWR-2021-0004

Дана сравнительная характеристика двух наборов (пакетов) методов определения подвижных форм меди, цинка и марганца в дерново-подзолистой почве разного гранулометрического состава. Исследования проведены на 35 Государственных стандартных образцах (ГСО) почвы, отобранной в разных почвенно-климатических зонах. Показано, что образцы, проанализированные ГОСТированными методами (1 пакет), имеют значения в 17 раз больше для меди и в 1,9 раза больше для марганца, в то время как величины цинка близки между собой. Отмечено, что при определении подвижных форм металлов первым пакетом методик экстракция меди выше по сравнению с цинком, вторым пакетом, наоборот, в почвенной вытяжке преобладает цинк, а не медь. Вне зависимости от гранулометрического состава, места отбора образцов дерново-подзолистой почвы, ГОСТированные методы извлекают подвижные