

Утверждаю:

Директор Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Верхневолжский федеральный аграрный
научный центр», кандидат биологических
наук

И.М. Щукин

«26» марта 2024 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Васбиевой Марины Тагирьяновны на тему: «Агрогенная трансформация плодородия дерново-подзолистых почв Предуралья», представленной на соискание учёной степени доктора биологических наук по специальности 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Актуальность проблемы. В основе получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур заложены приемы интенсификации земледелия. В первую очередь они должны строиться на оптимизации питания растений и повышении эффективности применяемых удобрений. Это во многом может быть достигнуто путем использования органических и минеральных удобрений, их сочетания, а также мелиоративных приемов.

В Предуралье около 70% площади пашни занимают дерново-подзолистые почвы, характеризующиеся низким уровнем естественного плодородия. Актуальными и стратегическими задачами является сохранение, воспроизводство и повышение их плодородия, формирование агроэкосистем, устойчивых к антропогенным нагрузкам, через оптимизацию в них круговоротов веществ посредством сбалансированного применения удобрений и мелиорантов. Решение таких задач возможно только в рамках длительных экспериментов, так как многие изменения в почве происходят медленно и проследить за ними в краткосрочных опытах весьма сложно.

Степень разработанности темы. К настоящему времени в Предуралье и ближайших регионах накоплен обширный экспериментальный материал по вопросам применения удобрений на дерново-подзолистых почвах. Однако, мало комплексных исследований по влиянию удобрений на разные свойства почвы (биологические, агрохимические и физико-химические и др.), их взаимовлиянию. Имеются, как противоречивые данные, так и недостаточно обоснованные выводы. Большинство исследований посвящено изучению

лишь пахотного и подпахотного слоев. Часто выводы о влиянии применения различных систем удобрения на плодородие почвы основываются на сравнении с контрольным вариантом на данный момент времени, а не с исходным состоянием или с целинным аналогом, что может привести к искажению трактовки результатов.

Научная новизна. Впервые в Предуралье на основе собственных исследований, обобщения и анализа экспериментальных данных, полученных в длительных стационарных опытах на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве с 1969 по 2022 гг., проведена оценка трансформации её параметров плодородия для выявления наиболее эффективных систем удобрения, сохраняющих или повышающих плодородие почвы и обеспечивающих получение высокой продуктивности при максимальной окупаемости удобрений. Установлено влияние длительного использования различных систем удобрений на распределение органического углерода, биогенных элементов по профилю, определены запасы углерода, азота, фосфора и калия в метровом слое почвы. Определены структурные особенности и выявлены изменения экофизиологических показателей микробсообщества дерново-подзолистой почвы Предуралья при длительном применении удобрений.

Проведена оценка влияния различных систем удобрения на продуктивность парозерно-пропашного и парозерно-травяного севооборотов и отдельных культур за четыре-шесть ротаций. Рассчитан баланс органического углерода и элементов питания за 21-40-летний период возделывания сельскохозяйственных культур. Впервые в регионе определена углерод-секвестрирующая способность культур севооборота при различных системах удобрения и углеродпротекторная емкость пахотных дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв. Проведена оценка влияния длительного применения осадков сточных вод на накопление в почве тяжёлых металлов в метровом слое и их поступление в растения за ротацию севооборота.

Теоретическая и практическая значимость. Экспериментальные данные, полученные при сравнении целинных и пахотных тяжелосуглинистых дерново-подзолистых почв, позволили установить возможность устойчивого функционирования агроценозов в условиях длительного экстенсивного сельскохозяйственного использования пашни.

Расширены и углублены представления о роли минеральных и органических удобрений, их совместного использования в воспроизводстве плодородия дерново-подзолистых почв, установлены агроэкологические последствия длительного применения различных систем удобрений

(органической, минеральной, органоминеральной, NPK-дефицитных систем, осадков сточных вод) в климатических условиях Предуралья.

Установлены размеры секвестрируемого углекислого газа из атмосферы культурами севооборота, выявлен высокий потенциал дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв для накопления и депонирования углерода в почве.

На основании проведенных балансовых исследований по применению видов и доз, сочетанию минеральных и органических удобрений можно рекомендовать органоминеральные системы удобрения для сохранения и улучшения плодородия пахотных почв, обеспечения устойчивого производства растениеводческой продукции при высокой окупаемости удобрений. За основу следует принять применение 8,0-10,0 т навоза КРС на 1 га севооборотной площади 8-польного севооборота в сочетании с ежегодным применением $N_{40-50}P_5K_{55}$. Сведения о выносе, балансе элементов питания и коэффициенты использования NPK из удобрений в полевых севооборотах могут быть использованы в справочно-нормативной документации.

Степень достоверности и апробация работы. Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждается проведением исследований в 3-х длительных стационарных опытах, заложенных в 2-4-х повторениях, ежегодной приёмкой полевых опытов, использованием современных методов лабораторных анализов в соответствии с ГОСТами, математической обработкой результатов исследований, публикацией основных положений диссертации.

Основные результаты исследовательской работы доложены на Всероссийских и Международных научно-практических конференциях (более 11) и на Международном симпозиуме "AGROSYM" (Bosnia and Herzegovina, 2015, 2021), Белорусском агрохимическом форуме (Солигорск, 2023).

Организация исследований и личный вклад соискателя. Васбиевой М.Т. принадлежит формулировка темы докторской работы, цели и задач исследований, разработка их программы, анализ литературных источников, получение и обобщение экспериментальных данных, формулировка выводов работы. С 2007 по 2022 гг. диссертант был ответственным исполнителем опыта «Использование отходов промышленных предприятий и осадка сточных вод в качестве удобрений сельскохозяйственных культур», обобщил, проанализировал накопленные экспериментальные данные трёх опытов с 1969 по 2022 гг. Публикация результатов автором осуществлена лично и совместно с другими исполнителями опытов.

Автор в должности старшего научного сотрудника лаборатории агротехнологий Пермского НИИСХ – филиала ПФИЦ УрО РАН проводил исследования в рамках государственного задания по теме «Разработка научных основ систем земледелия и животноводства в условиях интенсивной антропогенной нагрузки на почвы и сельскохозяйственные угодья в Предуралье» (АААА-А19-119032190059-8) и грантов РФФИ «Теоретические и прикладные аспекты трансформации органического вещества и азота пахотных дерново-подзолистых почв Предуралья» (2018-2020 гг.), «Научные основы рационального использования традиционных и новых калийных удобрений на дерново-подзолистых почвах Предуралья» (2021-2023 гг.).

Публикации по теме диссертации. По материалам исследований опубликовано 43 печатных работы, в том числе 27 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 10 – в системе цитирования WoS и Scopus.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа изложена на 437 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 10 глав и заключения, включает 125 таблиц, 41 рисунок и 20 приложений. Список литературы включает 605 источников, в том числе 107 иностранных.

В первой главе (обзоре литературы) приводятся литературные данные по негативному влиянию экстенсивного сельскохозяйственного использования почвы на основные параметры её плодородия, рассматриваются приемы его сохранения и повышения путем эффективного и экологически безопасного использования различных систем удобрения. Последнее должно оцениваться в рамках длительных исследований. Показано преимущество органоминеральных и минеральных систем удобрения над органической по влиянию на продуктивность сельскохозяйственных культур и окупаемость удобрений. Диссертант приходит к заключению, что влияние сельскохозяйственного использования пашни и применения удобрений должно изучаться на основе комплексных исследований не только в пахотном, но и в более глубоких слоях почвы.

2-я глава. Описываются условия и методика проведения исследований на базе 3-х длительных полевых опытов 1969, 1976 1978 гг. закладок в Пермском НИИСХ – филиале ПФИЦ УрО РАН. Оценка характера изменений различных свойств пахотных почв получена при сравнении данных агроценозов с целинным аналогом (злаково-разнотравный луг).

Лабораторные исследования выполнены в аналитической лаборатории Пермского НИИСХ, в ИТХ УрО РАН, ИЭГМ УрО РАН, ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока и ФГБУ "ГЦАС "Пермский" с использованием современного

отечественного и зарубежного оборудования и микробиологических методик.

Почва исследуемых объектов – дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. Почвообразующая порода - желто-бурая некарбонатная покровная глина. Характерной особенностью почвы, сформированной на пермских глинах, является высокое содержание обменных форм кальция и магния, которое, как и сумма поглощенных оснований, увеличивается с глубиной.

Исследования проводили в IV агроклиматическом районе (центральная часть) Пермского края. За время проведения исследований в опытах (1977-2022 гг. – период наблюдений за растениями) на избыточно увлажнённые годы (ГТК >1,3) пришлось около 50%, годы с нормальным увлажнением (ГТК=1,0-1,3) – 30% и засушливые годы (ГТК <1,0) – 20%.

В главе 3 изучен режим органического вещества дерново-подзолистой почвы при длительном сельскохозяйственном использовании пашни и применении удобрений. Длительное экстенсивное (без применения удобрений) возделывание сельскохозяйственных культур в полевом севообороте (35-50 лет) привело к уменьшению его содержания в почве. Относительно исходного уровня потери составили 13-14%. Запасы $C_{орг}$ в пахотном слое почвы уменьшились на 4-5 т/га. Такое использование пашни, как и бесменное парование, оказало существенное влияние только на верхний слой (0-20 см). Наличие двух полей клевера в севообороте ослабляло интенсивность процессов дегумификации. Наибольшие потери $C_{орг}$ при бесменном паровании отмечены в первые 10 лет. В следующие 35 лет его содержание менялось незначительно.

Исследования в 8-польном парозерно-пропашном севообороте показали, что поддержание содержания $C_{орг}$ на исходном уровне в пахотном слое почвы наблюдали в вариантах «навоз 10 т/га в год» и «NPK экв. 20 т/га в год навоза». В варианте «навоз 5 т/га + NPK экв. навозу» наблюдали как уменьшение, так и увеличение количества $C_{орг}$ относительно исходного уровня. В опыте 2 установлено, что длительное применение азотных удобрений (N_{90}) привело к уменьшению содержания $C_{орг}$ в пахотном слое почвы относительно исходного уровня. В *опыте 3* применение ОСВ в дозе 40 т/га (насыщенность 5,7 т/га в год) позволило поддерживать содержание $C_{орг}$ в почве на исходном уровне, а внесение навоза КРС 40 т/га замедлило процесс потери ОВ в почве. Длительное внесение навоза КРС по фону минеральных удобрений не снижало содержания $C_{орг}$ в пахотном и подпахотном слоях почвы, а ОСВ – повышало его.

Исследования (*опыты 1-3*) показали, что культуры в севооборотах без применения удобрений в среднем за год (вегетационный период) поглощали из атмосферы в процессе фотосинтеза 9,7-10,7 т/га углекислого газа (CO₂) или 2,7-2,9 т С/га. Накопление углерода в биомассе растений в результате применения удобрений увеличивалось на 9-31%.

Основной источник поступления углерода в пахотные почвы (его депонирования почвой) – пожнивно-корневые остатки (ПКО) полевых культур. Количество привносимого в почву углерода с ПКО убывало в ряду клевер луговой (1,70-2,01 т С/га) > озимая рожь (1,15-1,42 т С/га) > ячмень (0,97-1,23 т С/га) > яровая пшеница и овес (0,77-1,12 и 0,75-1,17 т С/га, соответственно) > картофель (0,61-0,88 т С/га).

Впервые найдена углеродпротекторная емкость пахотных дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв. В *опытах 1-3* она варьировала от 27 до 33 г С/кг (или 70-84 т/га) и существенно не зависела от применяемых видов, доз (насыщенности) удобрений. Насыщенность пахотного слоя почвы С_{орг} при экстенсивном возделывании сельскохозяйственных культур составила 35-40%, при применении навоза 20 т/га в год + NPK экв. навозу и внесении ОСВ по фону NPK – 50-52%. Пахотные дерново-подзолистые тяжелосуглинистые почвы обладают высоким потенциалом для секвестрации атмосферного углерода, его накопления и депонирования в почве.

По данным элементного состава и ИК- спектроскопии препаративно выделенных гуминовых кислот пахотных почв в *опытах 1-3* установлено, что невысокое насыщение пашни навозом КРС 5,7 т/га в год привело к накоплению и формированию компонентов ОВ с более разветвлённой алифатической структурой, что говорит о его большей подвижности и доступности. Насыщенность пашни навозом 10 т/га в год способствовала повышению доли ароматических фрагментов. При внесении минеральных удобрений (NPK) отмечено преобладание структурных фрагментов алифатической природы. Применение навоза, ОСВ способствовало накоплению и формированию органического вещества, обогащенного азотом.

Глава 4. Азотный режим дерново-подзолистой почвы при длительном сельскохозяйственном использовании пашни и применении удобрений

Длительное экстенсивное возделывание культур по сравнению с целинным участком привело к повышению подвижности азотного фонда в метровом слое почвы. В слое 0-20 см в сравнении с целинным аналогом наблюдали уменьшение доли негидролизуемой фракции с 74 до 68%, увеличение доли гидролизуемой с 25 до 29%, а также минеральной фракций.

При внесении удобрений отмечено, как сдерживание данных процессов, так и усиление.

В опыте 1 умеренная насыщенность пашни удобрениями (навоз 10 т/га в год; NPK экв. 10 т навоза; навоз 5 т/га + NPK экв. навозу) способствовала увеличению в пахотном слое почвы содержания доступных для растений форм азота ($N_{\text{лг}}$ и $N_{\text{мин}}$) относительно контрольного варианта (без удобрений) в 1,1-1,4 раза. Во 2-м опыте применение азотных удобрений N_{90} , $(NK)_{90}$, $(NP)_{90}$ и $(NPK)_{90}$ привело к росту относительно контрольного варианта общего содержания азота в почве на 10-25% и его отдельных фракций – в 1,3-2,7 раза. При длительном внесении ОСВ в опыте 3 (5,7 т/га в год) в течение пяти ротаций 7-польного севооборота содержание $N_{\text{общ}}$ в пахотном слое почвы было на 20% выше контрольного варианта, его фракций в 1,1-1,7 раза. Достоверных изменений изучаемых показателей в более глубоких слоях почвы не выявлено.

Глава 5. Фосфатный режим дерново-подзолистой почвы при длительном сельскохозяйственном использовании пашни и применении удобрений

В слое 0-20 см доля органического ($P_{\text{орг}}$) и минерального ($P_{\text{мин}}$) фосфора в среднем составила в целинной почве 46 и 54%, при длительном экстенсивном использовании пашни - 37 и 63%. Содержание подвижных соединений фосфора ($P_{\text{подв}}$) под лугом составило 290 мг/кг, в пахотной почве (без удобрений) было ниже в 1,3-1,6 раза, запасы уменьшились с 0,7 (луг) до 0,3-0,5 т/га.

За время проведения длительных опытов (35-50 лет) количество $P_{\text{подв}}$ в пахотном слое контрольных вариантов от исходного уровня уменьшилось незначительно. При сложившемся высоком отрицательном балансе данного элемента за пять-шесть ротаций севооборотов (минус 600-970 кг/га) запасы $P_{\text{подв}}$ в почве уменьшились всего на 30-125 кг. Исследуемая почва способна поддерживать определённый уровень подвижных соединений P за счёт других форм, нижележащих горизонтов и материнской породы. Дерново-подзолистые тяжелосуглинистые почвы в слое 0-20 см хотя и характеризовались высоким закреплением фосфора из удобрений, но отличались высокой доступностью для возделываемых культур.

М.Т. Васбиевой было изучено влияние различных систем удобрений на содержание и запасы различных форм фосфора по слоям почвы до метровой глубины, взаимосвязь между ними, влияние на фракционно-групповой состав минеральных фосфатов в пахотном слое. Длительное применение удобрений оказало влияние на количественные и качественные изменения минерального состава фосфатов, их переход из одной группы в другую. В почве в

результате применения удобрений (*опыты 1-3*) наблюдали относительно контрольного варианта увеличение доли подвижных фракций фосфатов кальция (сумма Са-Р_I и Са-Р_{II}). Отмечена тенденция уменьшения доли фракций Fe-Р и Са-Р_{III}.

Глава 6. Калийный режим дерново-подзолистой почвы при длительном сельскохозяйственном использовании пашни и применении удобрений

Диссертантом в 3-х опытах и целинном участке изучалось влияние удобрений на содержание и запасы различных форм калия ($K_{\text{вал}}$, $K_{\text{необм}}$, $K_{\text{подв}}$ и $K_{\text{л/обм}}$) по слоям почвы до метровой глубины.

Валовое содержание калия ($K_{\text{вал}}$) в целинной почве в слое 0-20 см составило 1,98%, в пахотной почве (севооборот, без удобрений) его содержалось на 13-20% меньше. Количество легкообменных соединений калия ($K_{\text{л/обм}}$) в целинной почве (0-20 см) составило 24,1, подвижных ($K_{\text{подв}}$) - 289, необменных ($K_{\text{необм}}$) - 830 мг/кг или 0,1, 1,5 и 4,2 % от его валового содержания (19825 мг/кг), соответственно. Остальные 94,2% представлены калием почвенного скелета. Содержание $K_{\text{вал}}$ в почве под лугом с глубиной возрастало, количество $K_{\text{л/обм}}$, $K_{\text{подв}}$, $K_{\text{необм}}$ - уменьшалось.

Автором были изучены изменения различных форм калия до метровой глубины в контрольных и удобренных вариантах по слоям 0-20 см до метровой глубины, переходы одной формы калия в другую (между $K_{\text{л/обм}}$, $K_{\text{подв}}$, $K_{\text{необм}}$), а также за счет разрушения минерального скелета почвы.

Количество $K_{\text{подв}}$ в слое 0-20 см за время проведения длительных опытов (35-50 лет) в контролях уменьшилось от исходного уровня на 18-42%. Основные потери $K_{\text{подв}}$ наблюдали в первые 7-8 лет, далее происходило поддержание его количества примерно на одном уровне. Расчёты балансов показали, что из почвы за время проведения опытов растения вынесли от 2 до 3 т/га калия. При этом запасы $K_{\text{подв}}$ в пахотном слое уменьшились всего на 80-150 кг/га. Это говорит о возможности мобилизация калия из необменных форм и потреблении его растениями из нижележащих слоёв.

Глава 7. Физико-химические свойства дерново-подзолистой почвы при длительном сельскохозяйственном использовании пашни и применении удобрений

Почва под лугом (слой 0-20 см) характеризовалась высокой суммой обменных оснований (21,1 смоль(экв)/кг), повышенной степенью насыщенности основаниями (V -86%), высоким содержанием обменных форм кальция и магния (18,0 и 3,5 смоль(экв)/кг, соответственно). Данные параметры возрастали с глубиной. Гидролитическая кислотность (H_T) в слое почвы 0-20 см составила 3,4 смоль(экв)/кг и с глубиной уменьшалась.

Показатель $pH_{КСI}$ по профилю варьировал в пределах 4,1–4,5. В результате длительного возделывания культур (без удобрений) в течение 35-50 лет в верхнем слое почвы (0-20 см) отмечены тенденции уменьшения суммы обменных оснований, содержания обменных соединений кальция и магния.

В *опытах 1 и 2*, где было проведено известкование в дозе 1,0 H_r , в контрольных вариантах наблюдали улучшение показателей кислотности почвы в слое 0-20 см. Положительное влияние известкования наблюдали в течение двух ротаций полевого 8-польного севооборота. Далее почва возвращалась к своему исходному состоянию. В *опыте 3* известкования не проводили. Здесь наблюдали более существенное подкисление почвы. Показатель $pH_{КСI}$ в контрольном варианте уменьшился от I ротации к V с 4,8 до 4,4, H_r возросла с 3,7 до 4,5 смоль(экв)/кг.

Закономерности изменения физико-химических свойств в опытах под влиянием удобрений и с глубиной объясняются результатами исследований и согласуются с современными теоретическими представлениями.

В диссертации не объяснены причины более высокой величины суммы обменных кальция и магния по сравнению с суммой поглощенных оснований в более глубоких слоях (28-76 см и глубже). Одной из причин этого, вероятно, может быть наличие карбонатов железа (табл. 63 диссертации) и карбоната кальция (табл. 66).

Глава 8. В ней проанализированы микробиологические показатели дерново-подзолистой почвы при длительном сельскохозяйственном использовании пашни и применении удобрений. Диссертантом высоко квалифицированно изучена численность микроорганизмов основных эколого-трофических групп почвы: аммонификаторов, амилаolitikов, олиготрофов, актиномицетов, целлюлозолитиков, микромицетов и др. Оценены экофизиологические параметры микробоценоза в 3-х опытах дерново-подзолистой почвы. При длительном использовании пашни без удобрений по сравнению с целинным аналогом отмечено снижение потенциальной азотфиксирующей активности почти в 2 раза. Установлено повышение активности микроорганизмов при органической системе удобрения по сравнению с контролем (без удобрений), отсутствие её снижения при умеренных дозах NPK и органоминеральных системах удобрения, угнетению – при применении P_{90} и K_{90} , повышению – при применении N_{90} и $(NPK)_{90}$ (опыт 2).

Глава 9. В опыте 1 продуктивность полевого парозерно-пропашного севооборота при применении удобрений в среднем за пять ротаций во всех вариантах достоверно увеличилась на 15-30 %. Наибольшая продуктивность получена при применении минеральной и органоминеральной систем

удобрения. В отдельные ротации севооборотов более эффективной была органоминеральная, в другие минеральная система удобрений, что в первую очередь связано с метеорологическими условиями вегетационных периодов сельскохозяйственных культур. Наибольшая окупаемость 1 кг д.в. NPK в среднем за 5 ротаций получена в вариантах «NPK экв. 10 т навоза» и «навоз 5 т/га + NPK экв. навозу» ($N_{35}P_{25}K_{50}$ в год).

Высокая продуктивность (3,01-3,31 т з.е. в год) во 2-м опыте получена в вариантах полной минеральной системы удобрения (более $N_{30}P_{30}K_{30}$) и N_{90} , $(NP)_{90}$ и $(NK)_{90}$, максимальная (3,31 т з.е. в год) – при $(NPK)_{60}$. Окупаемость 1 кг д.в. при применении N_{90} составила 8,9, $(NPK)_{30}$ – 6,2, $(NPK)_{60}$ – 5,9 кг з.е.

Все удобрения достоверно повышали и продуктивность 7-польного севооборота в опыте 3.

По данным табл. 83 (диссертация) при умеренном применении удобрений (навоз 10 т/га ежегодно), навоз 5 т/га + NPK экв. навозу баланс углерода составил +0,15 и -0,02 т/га. По данным табл. 84 при органоминеральной системе (8,0 т/га навоза + NPK экв. навозу) близок к нулевому будет и баланс азота. Эта доза удобрений обеспечит и положительный баланс по фосфору, который наблюдается в варианте навоз 5 т/га + NPK экв. навозу (табл. 85). По хозяйственному выносу калия за 5 ротаций (3729 и 3913 кг/га) в вариантах с NPK экв. 20 т/га навоза и сочетания 10 т навоза + NPK экв. навозу ежегодный баланс был положительным +12 кг/га (табл. 86). В зависимости от качества навоза органоминеральная система 8-10 т/га навоза + NPK экв. навозу также обеспечит бездефицитный баланс калия. Ежегодная доза фосфора в минеральном удобрении может быть уменьшена в 2-3 раза. Эти выводы подтверждаются достоверной моделью влияния лишь содержаний минерального азота и подвижного калия на продуктивность севооборотов всех трех опытов, разработанной Васбиевой М.Т.

Глава 10 посвящена экологической оценке длительного применения удобрений на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Использование навоза КРС, ОСВ и минеральных удобрений повлияло на содержание различных форм ТМ и в метровом слое почвы, не привело к загрязнению её и растительной продукции ТМ. Содержание их было ниже установленных нормативов. Исключение составило валовое содержание в ней Ni и подвижных соединений Mn. Высокое валовое количество Ni в почве и целинном участке может быть обусловлено атмосферным загрязнением, геохимическими особенностями исследуемой почвы. Содержание подвижных соединений Mn в почве сильно варьировало по годам и в отдельных случаях наблюдали превышение ПДК, что возможно связано с

погодными условиями. Использование ОСВ по фону NPK привело к накоплению кислоторастворимой формы Cd в почве и зерне яровой пшеницы выше ПДК. При этом превышения МДУ для кормов не выявлено, продукцию можно использовать на зернофураж.

Далее следует заключение, список использованных источников (612, в том числе 108 иностранных), 20 приложений.

Структура диссертации соответствует требованиям ВАК, которые предъявляются к диссертациям.

Степень обоснованности и достоверности заключения и научных положений соискателя, сформулированных в диссертации:

Заключение и научные положения по диссертационной работе основываются на полученных и обобщенных экспериментальных данных в 3-х длительных стационарных опытах на дерново-подзолистой почве с 1969 по 2022 гг., соответствуют изложенным в работе данным, обоснованы результатами исследований.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Основные достоинства работы Васбиевой М.Т. состоят в том, что в ней представлена комплексная оценка количественной и качественной трансформации параметров плодородия дерново-подзолистой почвы с использованием современных методов анализа почвенных объектов и на основе тесного сотрудничества с рядом научных учреждений УрО РАН, ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока и ФГБУ «ГЦАС» «Пермский», имеющих современное отечественное и зарубежное оборудование. Исследования проведены на основе изучения изменений различных свойств и параметров до метровой глубины. Диссертационная работа легко читаема.

Проведены оригинальные исследования по перестройке микробных сообществ в зависимости от систем удобрения и погодных условий.

Представленные на защиту положения базируются на высокой научно-методической основе. Намеченные к разработке вопросы всесторонне охвачены и глубоко экспериментально обоснованы.

Замечания и пожелания

1. Для объяснения изменений кислотно-основных свойств по профилю почвы (по взаимосвязи $pH_{КС1}$ со степенью насыщенности ППК основаниями), по уточнению механизма взаимодействия удобрений с ППК желательно провести исследования и по минералогическому составу илистой фракции дерново-подзолистой почвы.

2. При использовании 20 т/га навоза + NPK экв. навозу баланс азота, фосфора и калия составлял соответственно +78, +72 и +112, т.е. наблюдали высокий перерасход удобрений. При применении $(NPK)_{120}$ и

(NPK)₁₅₀ также ежегодный перерасход фосфорных удобрений соответственно составит 50 и 67 кг/га д.в. Рекомендовать их в производство не следует.

3. Из исследований вытекает, что в 8-польном зернопаропропашном севообороте можно рекомендовать органоминеральную систему применения удобрений (8-10 т навоза КРС на 1 га севооборотной площади + NPK экв. навозу, дозу фосфорных удобрений можно уменьшать в 2-3 раза) с проведением известкования.

Заключение

Все вышеизложенное позволяет заключить, что диссертационная работа Васбиевой Марины Тагирьяновны «Агрогенная трансформация плодородия дерново-подзолистых почв Предуралья» является завершенной научно-исследовательской работой, имеющей несомненное большое теоретическое и практическое значение при решении проблемы экологически безопасного высокоэффективного сельскохозяйственного использования дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв Предуралья при производстве зерна и кормов, картофеля. Представленная диссертация соответствует всем критериям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Васбиева Марина Тагирьяновна заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Отзыв заслушан и утверждён единогласным решением на заседании отдела агрохимии и экологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр» 22 марта 2024 г., протокол № 1.

Доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела агрохимии и экологии ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

 Владимир Васильевич Окорков

Подпись Окоркова В.В. заверяю:

ученый секретарь ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

 Елена Викторовна Викулина

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»

601261, Владимирская обл., Суздальский р-н, п. Новый, ул. Центральная, 3
Тел./факс: 8(49231)21825/211915

Адрес электронной почты: e-mail: adm@vnish.elcom.ru, mail@vnish.org