

Габитов Ранис Харисович

**АГРОМЕЛИОРАНТЫ И МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ В
ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР В ЗВЕНЕ ЗЕРНО-ПАРО-ПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА НА
ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Казань - 2024

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» в 2018-2022 гг.

Научный руководитель - Лукманов Анас Ахтямович,
доктор сельскохозяйственных наук, директор федерального государственного бюджетного учреждения «Центр агрохимической службы «Татарский»

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева» **Каргин Василий Иванович;**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, химия, биология и технологии переработки продукции растениеводства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» **Захаров Николай Григорьевич**

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», г. Москва

Защита диссертации состоится «18» сентября 2024 года в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.017.01 при ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» по адресу: 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65, зал заседаний, тел. (факс) 8 (843) 567-47-17, 8 (843) 567-45-00, e-mail: info@kazgau.com.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», адрес: 420011, г. Казань, ул. Р. Гареева, д. 62 и на сайте университета www.kazgau.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2024 г.

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседании диссертационного совета. Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 420011, г. Казань, ул. Ферма- 2, д. 53 Институт агробиотехнологий и землепользования Казанского ГАУ, ученому секретарю диссертационного совета Амирову М.Ф., e-mail: dissovet_kazgau@mail.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Амиров Марат Фуатович

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность выбранного направления исследований. Известно, что в современном агропромышленном комплексе платформой повышения ресурсного потенциала пахотных земель с агрономической и экономической точки зрения является оптимизация вопросов химической мелиорации и регулирование режима питания растений с учетом естественного плодородия почвенного покрова Российской Федерации, в том числе и лесостепи Среднего Поволжья.

Решение этой проблемы зависит от уровня развития производительных сил общества. Например, в «Золотом веке» химизации сельского хозяйства (1980-1990 гг.) в Республике Татарстан, расположенной в лесостепной зоне Среднего Поволжья, в отдельных хозяйствах насыщенность пашни НРК-удобрениями достигла до 250-300 кг/га, а урожайность зерновых культур даже на серых лесных почвах Арского района выросла до рекордных показателей – 3,5 т/га. Однако из-за резкого повышения кислотности почв под действием минеральных удобрений, угнетения почвенных микроорганизмов, особенно аммиачной водой, продуктивность пашни вернулась на прежний уровень. В связи с этим была принята программа «Известь 20 на 80». Восемьдесят процентов затрат покрывались за счет бюджетных средств, а 20% за счет средств конкретного хозяйства. В настоящее время это соотношение изменено на 50:50. В целях получения наибольшей отдачи известкование должно сопровождаться фосфоритованием и внесением оптимальных норм минеральных удобрений, рассчитанных с учетом плодородия зональных почв не только Российской Федерации, но и внутри отдельного ее региона.

Степень разработанности изучаемой проблемы. В Российской Федерации признанными авторитетами в области известкования и фосфоритования кислых почв являются Д.Н. Прянишников (1940), К.К. Гедройц (1955), О.Л. Кедров-Зихман (1957), из современных агрохимиков и почвоведов – А.В. Ивойлов (2008), В.Г. Сычев (2010), Э.А. Муравин (2010), Л.А. Михайлова (2015). В лесостепной зоне Среднего Поволжья, в частности Республике Татарстан, теоретические основы и практические приемы химической мелиорации земель были заложены А.М. Ломако (1963), С.Ш. Нуриевым (1974), И.В. Утэй (1974), Ш.А. Алиевым (1986), П.А. Чекмаревым (1988), А.А. Лукмановым (2006). Из зарубежных ученых следует отметить J. Vlamis (1953), K. Mengel (1972), P. Kundler (2007), G. Pfaff (2013). Однако такие аспекты анализируемой проблемы как известкование и фосфоритование слабокислых выщелоченных черноземов, темно-серых и серых лесных почв, взаимодействие агромелиорантов и минеральных удобрений, направленность изменения качества производимой продукции и физико-химических свойств почв нуждаются в дополнительном изучении.

Цель исследований. Оценка реакции выщелоченных черноземов, темно-серых и серых лесных почв на известкование, фосфоритование с последующим ежегодным внесением расчетных норм минеральных удобрений в звене зернопаро-пропашного севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос с початками в молочно-восковой спелости.

Задачи:

1. Изучить закономерности формирования высокопродуктивных агроценозов звена зерно-паро-пропашного севооборота в зависимости от применения агрохимикатов на зональных почвах лесостепи Среднего Поволжья.

2. Определить влияние агромелиорантов и минеральных удобрений на качества производимой продукции по широкому спектру показателей (содержание сырого протеина, жира, клетчатки, клейковины, белка, натуры, стекловидности зерна, числа падения муки, суммы сахаров и сахаро-протеинового соотношения).

3. Провести сравнительную оценку динамики содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, рН солевой вытяжки, физических свойств с исходными показателями зональных почв.

4. Рассчитать экономическую и энергетическую эффективность комплексного применения агромелиорантов и расчетных норм минеральных удобрений.

5. Провести производственную проверку и внедрение результатов исследований.

Представленная к публичной защите диссертационная работа соответствует паспорту специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений. Она выполнена в соответствии с концепцией развития аграрной науки Российской Федерации до 2025 года.

Научная новизна. Впервые в почвенно-климатических условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья изучена эффективность химической мелиорации зональных почв в сочетании с последующим ежегодным внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т зерновых единиц/га озимой ржи, яровой пшеницы, ярового ячменя, кукурузы на силос с початками в молочно-восковой спелости. Доказана возможность достижения положительной динамики содержания гумуса, обменного калия и повышения содержания подвижного фосфора.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что комплексное применение агрохимикатов является основой не только формирования агроценозов изучаемых культур с продуктивностью 4,79-5,25 т/га зерновых единиц, с рентабельностью 26,4-60,3%, но и надежной гарантией повышения содержания гумуса за 5 лет на 0,07-0,13%, подвижного фосфора на 0,06-1,5 и обменного калия на 0,9-1,1 мг/кг почвы.

Методы и методология. Они обоснованы на современных представлениях известных зарубежных, российских, региональных ученых-агрохимиков и почвоведов, занимающихся проблемами известкования, фосфоритования и применения расчетных норм минеральных удобрений с целью получения запланированной урожайности сельскохозяйственных культур с учетом зональных особенностей почвенного покрова в регионах проведения своих исследований. Также были использованы общепринятые аналитические, статистические, экономические, энергетические методы исследований и регрессионно-корреляционные математические обработки.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Реакция озимой ржи Радонь, яровой пшеницы Йолдыз, ярового ячменя Камашевский, кукурузы Росс 140 на применение агроmeliорантов и расчетных норм минеральных удобрений на зональных почвах лесостепной зоны Среднего Поволжья.

2. Влияние агроmeliорантов и минеральных удобрений на качества производимой продукции.

3. Окупаемость минеральных удобрений и динамика плодородия выщелоченного чернозема, темно-серых и серых лесных почв в зависимости от уровня химизации.

4. Приемы повышения экономического и энергетического потенциала зональных почв изучаемого региона Российской Федерации.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается проведением методически выдержанного 2-х факторного стационарного полевого опыта, включающий 48 вариантов в 3-х кратной повторности, проверкой результатов исследований в производственных условиях и результатами внедрения в сельскохозяйственное производство.

Лабораторные анализы выполнены на сертифицированных аналитических приборах ЦАС «Татарский».

Результаты исследований математически обработаны и подтверждены расчетами наименьшей существенной разницы при допустимой их достоверности 95% ($НСР_{05}$).

Апробация работы. Результаты исследований были апробированы и получили положительную оценку на Всероссийской выставке «День поля» (Казань, 2021), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти профессора кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ Шакирова А.Ш. «Актуальные вопросы рационального использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования» (Казань, 2023), Международных агропромышленных выставках «АгроВолга 2022 и 2023», Первой международной научно-практической конференции «Биологические препараты и приемы биологизации в современной земледелии» (Казань, 2023).

Внедрение результатов исследований. Результаты исследований внедрены на полях землепользования ООО «Авангард» Буинского, КФХ «Миннуллин Г.С.» Бавлинского, ООО «Новая Заря» Тетюшского, КФХ «Хисматова Г.М.» Мамадышского, ООО «Эконом» Актанышского, КФХ ИП «Вафин Р.К.» Лаишевского муниципальных районов Республики Татарстан на площади 1094 га с суммарным экономическим эффектом 11748 тыс. руб./год (акты внедрения прилагаются).

Результаты исследований соискателя также широко используются в подготовке и переподготовке высококвалифицированных кадров по специальностям агрохимия и агропочвоведение.

Соискателем опубликовано 12 печатных научных трудов, 1 из них в журнале из перечня Scopus, 3 научные статьи в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК Минобрнауки Российской Федерации, монография и 2 учеб-

ных пособий в соавторстве.

Личный вклад соискателя. На основе изучения зарубежных и российских литературных источников соискатель выбрал актуальное направление исследований, самостоятельно разработал рабочую программу, календарь выполнения планируемых заданий, согласовал условия предоставления 3-х зональных земельных участков, в течение 5-ти лет проводил стационарные полевые опыты, лабораторные анализы с использованием сертифицированных аналитических приборов и технических средств. Результаты полевых и производственных опытов математически обработал и в логической последовательности изложил их в своей самостоятельно выполненной диссертации. Доля личного вклада соискателя в объеме общей работы составляет 80%, опубликованных научных трудах – 75, монографии и учебных пособиях – 35%.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 235 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 8-ми глав, заключения и рекомендаций производству. Она содержит 8 рисунков, 8 графиков, 10 фото, 43 таблицы, 27 приложений. Список литературы включает 291 наименование, в том числе 25 зарубежных ученых по теме диссертации.

Благодарности. Соискатель выражает искреннюю благодарность своим бывшим коллегам по работе в ЦАС «Татарский» и научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук Лукманову А.А., профессорам Казанского ГАУ Гилязову М.Ю., Сафиоллину Ф.Н.

II. ПРОГРАММА, УСЛОВИЯ, МЕСТО И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основным методом исследований были стационарный полевой опыт, который проводился в 2018-2022 гг. на трех типичных почвах лесостепи Среднего Поволжья по методике Б.А. Доспехова (1985) для зерновых культур и ВНИИК им. В.Р. Вильямса (1997) для кормовой кукурузы. Схемы полевого и производственного опыта представлены в разделе «Результаты исследований». Объемы, источники и качество агроулучшителей отражены в проектно-сметных документах по известкованию и фосфоритованию слабокислых выщелоченных черноземов ПСХК «Ембулатово» Буинского, темно-серых лесных почв ООО АФ «Нур» Тетюшского и серых лесных почв ООО АПК «Продовольственная программа» Мамадышского муниципальных районов Республики Татарстан.

Агротехника возделывания 4-х культур звена зерно-паро-пропашного севооборота была общепринятой. Погодно-климатические условия коренным образом отличались от среднемноголетних показателей. 2021 г. оказался острозасушливым (ГТК от 0,55 в Предволжской до 0,57 в Предкамской зоне), а 2022 г., наоборот, – достаточно увлажненным (ГТК от 1,2 до 1,3 соответственно). В расчетах экономической эффективности использовали среднюю цену реализации 1 т зерновых единиц за 2019-2022 гг. – 10 тыс. руб.

Химические анализы образцов почвы и конечной продукции проводились в ЦАС «Татарский».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

III. ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И АГРОХИМИКАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА ЗЕРНО-ПАРО-ПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА: ЧИСТЫЙ ПАР – ОЗИМАЯ РОЖЬ – ЯРОВАЯ ПШЕНИЦА – ЯРОВОЙ ЯЧМЕНЬ – КУКУРУЗА НА СИЛОС

3.1. Плодоэлементы изучаемых культур

В контроле на выщелоченных черноземах было получено 420 шт./м² всходов озимой ржи. Несмотря на самый высокий коэффициент кустистости этой культуры плотность стеблестоя с продуктивными колосьями перед уборкой урожая составила 402 шт./м², яровая пшеница и кукуруза соответственно 408 и 5,8 шт./м². Посевы ячменя из-за крайне засушливого вегетационного периода 2021 г. были сильно изрежены – 368 шт./м² (табл. 1).

Таблица 1. Влияние агрохимикатов на плотность продуктивного стеблестоя изучаемых культур перед уборкой урожая, шт./м² (2019-2022 гг.)

| Фактор А (почвенный покров) | Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц) | Озимая рожь | Яровая пшеница | Яровой ячмень | Кукуруза на силос с початками |
|-----------------------------|--|-------------|----------------|---------------|-------------------------------|
| Выщелоченный чернозем | Контроль | 402 | 408 | 368 | 5,8 |
| | N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 418 | 415 | 380 | 6,6 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 436 | 428 | 401 | 7,2 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 458 | 436 | 410 | 7,8 |
| Темно-серая лесная почва | Контроль | 392 | 389 | 332 | 5,4 |
| | N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 418 | 401 | 340 | 6,1 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 413 | 426 | 348 | 6,7 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 420 | 430 | 350 | 7,2 |
| Серая лесная почва | Контроль | 381 | 380 | 326 | 5,1 |
| | N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 404 | 409 | 339 | 5,7 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 420 | 428 | 350 | 6,3 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 431 | 439 | 358 | 6,8 |
| НСР ₀₅ | А | 4,71 | 4,56 | 3,64 | 0,31 |
| | В | 8,16 | 7,89 | 6,30 | 0,53 |
| | АВ | 8,16 | 7,89 | 6,30 | 0,53 |

Несмотря на это, внесение расчетных норм минеральных удобрений, как в отдельности, так и в сочетании с известкованием и фосфоритованием способствовало увеличению плотности стеблестоя озимой ржи на 3,9-13,9%; яровой пшеницы – от 1,7 до 6,8; ячменя – от 3,0 до 11,4 и кукурузы – от 13,8 до 34,4%. То есть на комплексное применение агрохимикатов по увеличению плотности стеблестоя самой отзывчивой культурой оказалась кукуруза.

При этом эффективность сочетания известкования с фосфоритованием и внесением расчетных норм минеральных удобрений постоянно была выше по сравнению с отдельным внесением азотно-фосфорно-калийных удобрений, особенно на серых лесных почвах.

Кроме количества продуктивных колосьев на единице площади урожайность сельскохозяйственных культур зависит от числа зерен в колосе и массы 1000 семян. Так, на выщелоченных черноземах под действием комплексного применения агрохимикатов была достигнута максимальная заполненность колоса зернами озимой ржи – 51,2 шт., яровой пшеницы – 44,3, ярового ячменя – 27,0 и кукурузы – 424 шт. с массой 1000 семян: 33,4; 33,8; 34,9; 230 г соответственно.

Аналогичная картина складывается на темно-серых и на бедных серых лесных почвах с одной лишь разницей – заполненность колоса зернами и масса 1000 семян уступали во всех вариантах и на посевах всех сельскохозяйственных культур выщелоченным черноземам.

3.2. Валовые сборы зерновых единиц

Стремление многих технологов полей решить проблему повышения продуктивности зональных почв только за счет минеральных удобрений в корне неправильное представление. Например, валовой сбор зерновых единиц в среднем за 4 года в варианте внесения расчетных норм NPK на выщелоченных черноземах составил 4,33 т/га.

В тех же условиях применение этих же норм минеральных удобрений после известкования, тем более после известкования и фосфоритования слабокислых выщелоченных черноземов обеспечило получение 5,25 т/га зерновых единиц, фактическая урожайность превысила планируемую на 0,25 т/га.

Такие же высокие результаты были получены и на бедных серых лесных почвах. В среднем за 4 года валовой сбор зерновых единиц максимально приблизился к планируемой его величине – 4,79 т/га. Однако для получения таких высоких результатов пришлось увеличить нормы расхода извести на 0,75 т/га д.в., а минеральные удобрения – в 2,06 раза. При этом окупаемость 1 кг д.в. NPK на выщелоченных черноземах повышается от 4,74 кг в варианте отдельного применения расчетных норм минеральных удобрений до 12,67 кг зерновых в варианте комплексного использования агрохимикатов, на темно-серых лесных почвах – от 2,98 до 8,11 и на серых лесных почвах – от 3,64 до 8,24 кг/кг соответственно.

Следовательно, каждый кг д.в. NPK, внесенный на выщелоченных черноземах после известкования и фосфоритования обеспечивает дополнительное получение 4,56 кг зерновых единиц по сравнению с темно-серыми и 4,43 кг –

серыми лесными почвами (табл. 2).

Таблица 2. Влияние почвенного покрова и агрохимикатов на валовые сборы зерновых единиц и окупаемость минеральных удобрений (2019-2022 гг.)

| Фактор А (почвенный покров) | Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц) | Средний валовой сбор зерновых единиц, т/га, | Прибавка, т/га | Окупаемость НРК, кг/кг |
|--------------------------------|--|---|----------------|------------------------|
| Выщелоченный чернозем | Контроль | 3,78 | - | - |
| | N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 4,33 | 0,55 | 4,74 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 4,90 | 1,12 | 9,65 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 5,25 | 1,47 | 12,67 |
| Темно-серая лесная почва | Контроль | 3,45 | - | - |
| | N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 4,02 | 0,57 | 2,98 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 4,74 | 1,29 | 6,75 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 5,00 | 1,55 | 8,11 |
| Серая лесная почва | Контроль | 2,82 | - | - |
| | N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 3,69 | 0,87 | 3,64 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 4,39 | 1,57 | 6,57 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 4,79 | 1,97 | 8,24 |
| НСР ₀₅ | А | 0,20 | | |
| | В | 0,34 | | |
| | АВ | 0,34 | | |

3.3. Качество производимой продукции

Согласно ГОСТу 9363-90 зерно яровой пшеницы делится на 6 классов качества. Согласно этой классификации зерно яровой пшеницы, полученное на выщелоченных черноземах с известкованием, фосфоритованием и применением НРК по массовой доле клейковины (28%), белка (13,6%), стекловидности (62%) и натуре зерна (768 г/л) соответствует второму классу качества, а темно-серых и серых лесных почвах с такими же условиями питания – к третьему классу.

В данном случае мы с большой уверенностью можем говорить о существенном влиянии на качество зерна яровой пшеницы, как почвенного покрова, так и известкования, фосфоритования, применения расчетных норм минеральных удобрений.

Ржаной хлеб вымывает из организма человека холестерин, излишнее накопление которого является основной причиной сердечно-сосудистых заболеваний (инсульт и инфаркт занимают 1-ое место среди причин смертности населения Российской Федерации).

По числу падения ржаной муки зерно, полученное на всех вариантах опыта, независимо от почвенного покрова, относится ко второму классу каче-

ства – от 148 до 182 сек., за исключением контрольного варианта опыта и отдельного применения НРК на серых лесных почвах – менее 140 сек. (табл. 3).

Таблица 3. Показатели качества зерна яровой пшеницы в зависимости от применения агроメリорантов и минеральных удобрений

| Фактор А (почвенный покров) | Фактор В (агроメリоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц) | Натура зерна, г/л | Стекловидность, % | Массовая доля клейковины, % | Массовая доля белка, % |
|-----------------------------|--|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|
| Выщелоченный чернозем | Контроль | 740 | 55,6 | 24,6 | 12,8 |
| | N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 750 | 56,7 | 25,8 | 13,0 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 758 | 58,5 | 26,4 | 13,1 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 765 | 61,4 | 27,8 | 13,2 |
| Темно-серая лесная почва | Контроль | 735 | 53,2 | 23,2 | 11,2 |
| | N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 740 | 54,1 | 25,0 | 11,7 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 745 | 58,8 | 25,7 | 12,1 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 750 | 60,3 | 26,3 | 13,0 |
| Серая лесная почва | Контроль | 730 | 50,7 | 22,1 | 10,8 |
| | N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 735 | 52,9 | 23,4 | 11,2 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 742 | 54,1 | 23,9 | 11,7 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 748 | 54,8 | 24,6 | 12,4 |

Яровой ячмень показал высокую отзывчивость на комплексное применение агроメリорантов и минеральных удобрений, особенно по содержанию сырого протеина.

На выщелоченных черноземах содержание сырого протеина возрастает прямо пропорционально уровню химизации: при внесении НРК без известкования превышение контрольного варианта опыта составляет 0,5% (15,3-14,8=0,5%), а в варианте применения трех агрохимикатов (известкование + фосфоритование + внесение НРК) данная разница возрастает до 2,6%.

В пересчете на валовые сборы сырого протеина полученный результат приобретает более четкое очертание. Так, на выщелоченных черноземах комплексное применение агрохимикатов обеспечивает дополнительное получение 199,9 кг/га сырого протеина, что выше контроля на 75%. В этом же варианте опыта ресурсный потенциал выщелоченного чернозема составил 102,8 кг/га сырого протеина по сравнению с серыми лесными почвами (рис. 1).

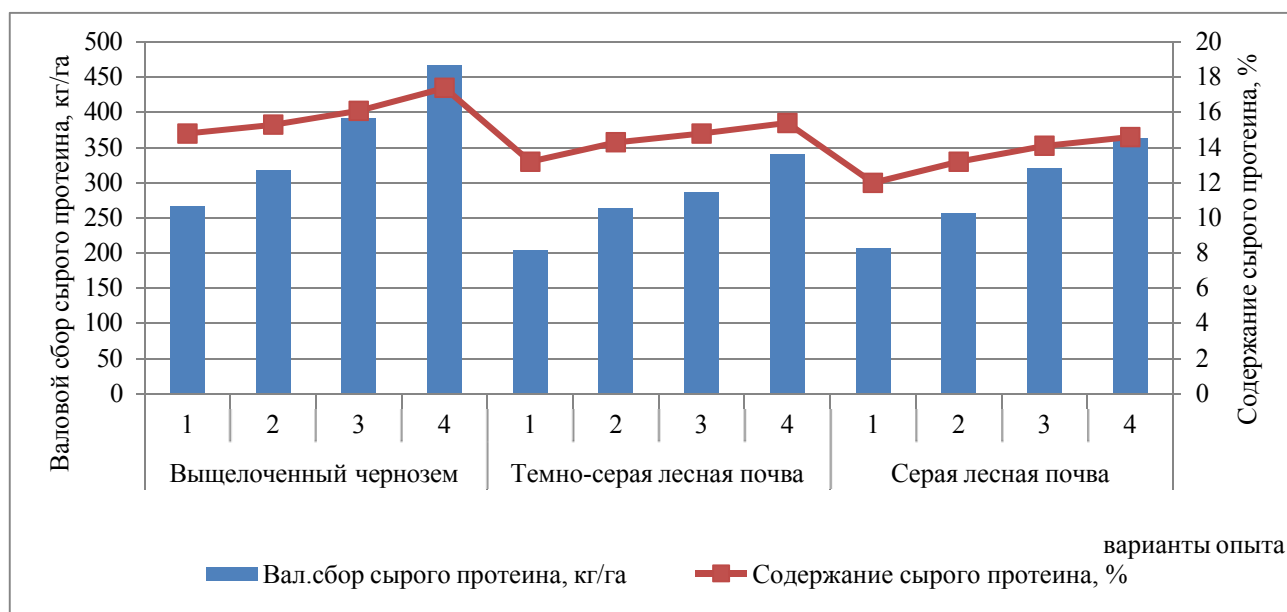


Рисунок 1. Содержание и валовые сборы сырого протеина по вариантам опыта (яровой ячмень Камашевский)

Зеленая масса кукурузы отличается чрезвычайно высоким содержанием суммы сахаров (11,6-13,6% в абсолютно сухой массе) и его содержание под действием агроулучшителей и минеральных удобрений возрастает на выщелоченных черноземах до 15,3% в варианте комплексного применения агроулучшителей (известкование + фосфоритование) в сочетании с ежегодным внесением расчетных норм минеральных удобрений. Общая тенденция роста содержания суммы сахаров по мере химической интенсификации сохранилась и на серых лесных почвах – 11,6 и 12,8%.

В результате соотношение суммы сахаров к переваримому протеину по вариантам опыта составило от 1,4:1 до 1,8:1. То есть, зеленая масса кукурузы отличается высоким содержанием суммы сахаров, но низким содержанием переваримого протеина. Однако недостаток белка в кукурузном силосе легко решается при помощи добавления в рацион кормления КРС ячменного или же горохо-ячменного зернофуража, сена и сенажа, заготовленных из бобовых многолетних трав (люцерна посевная, клевер луговой, козлятник восточный, лядвинец рогатый, эспарцет песчаный).

IV. ВЛИЯНИЕ АГРОУЛУЧШИТЕЛЕЙ И РАСЧЕТНЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ

4.1. Накопление пожнивно-корневых остатков и интенсивность их минерализации

Главным условием формирования плодородного слоя почвы является накопление пожнивно-корневых остатков и разложение органической массы, которые зависят от 3-х факторов: биологических особенностей возделываемых культур; почвенного покрова и уровня его химизации. (табл. 4).

Таблица 4. Сравнительная оценка интенсивности накопления воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков изучаемых культур в зависимости от уровня химизации зональных почв, т/га (2019-2022 гг.)

| Фактор А (почвенный покров) | Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц) | Оз. рожь | Яр. пшеница | Яр. ячмень | Кукуруза на силос с початками |
|-----------------------------|--|----------|-------------|------------|-------------------------------|
| Выщелоченный чернозем | Контроль | 4,38 | 3,46 | 1,46 | 4,65 |
| | N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 5,04 | 4,44 | 1,97 | 5,87 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 6,97 | 5,53 | 2,64 | 7,98 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 7,48 | 6,38 | 3,03 | 8,96 |
| Темно-серая лесная почва | Контроль | 3,65 | 3,04 | 1,32 | 4,01 |
| | N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 4,61 | 3,62 | 2,04 | 4,42 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 5,83 | 5,21 | 2,68 | 6,02 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 6,64 | 5,46 | 2,79 | 7,63 |
| Серая лесная почва | Контроль | 3,22 | 2,68 | 1,28 | 3,62 |
| | N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 4,36 | 3,73 | 1,54 | 4,65 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 5,28 | 4,97 | 2,36 | 5,96 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 6,12 | 5,28 | 2,67 | 7,01 |
| НСР ₀₅ | А | 0,18 | 0,17 | 0,11 | 0,29 |
| | В | 0,31 | 0,29 | 0,18 | 0,35 |
| | АВ | 0,31 | 0,29 | 0,18 | 0,35 |

Примечание: заправка измельченной соломы озимой ржи составила 1:2; яровой пшеницы и ярового ячменя 1:1,3.

Например, среди 4-х культур звена зерно-паро-пропашного севооборота по накоплению пожнивно-корневых остатков не было равных гибридной кукурузе Росс 140. В активном слое почвы выщелоченного чернозема после уборки этой культуры остается от 4,65 (контроль) до 8,96 т/га воздушно-сухой органической массы в варианте комплексного применения 3-х агрохимикатов (известь 3,5 т/га д.в. + фосфоритная мука 233 кг/га д.в. + N₃₄P₄₄K₃₈), что выше контроля на 93%

Несмотря на существенное увеличение норм внесения извести и НРК на темно-серых и серых лесных почвах накопление пожнивно-корневых остатков этой же культуры значительно уступало выщелоченным черноземам – 1,33 и

1,95 т/га соответственно.

Вторую позицию по интенсивности накопления воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков занимает озимая рожь с показателями от 4,38 в контроле до 7,48 т/га в последнем варианте опыта на выщелоченных черноземах: от 3,65 до 6,64 т/га – на темно-серых и от 3,22 до 6,12 т/га – на серых лесных почвах, так как эффект известкования и фосфоритования в первый год на озимой ржи проявляется более сильно по сравнению с последующими годами.

Под действием агрохимикатов ускоряется процесс минерализации органической массы, так как известкование и фосфоритование способствуют созданию благоприятных условий для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, бактерий и беспозвоночных животных. (рис. 2).

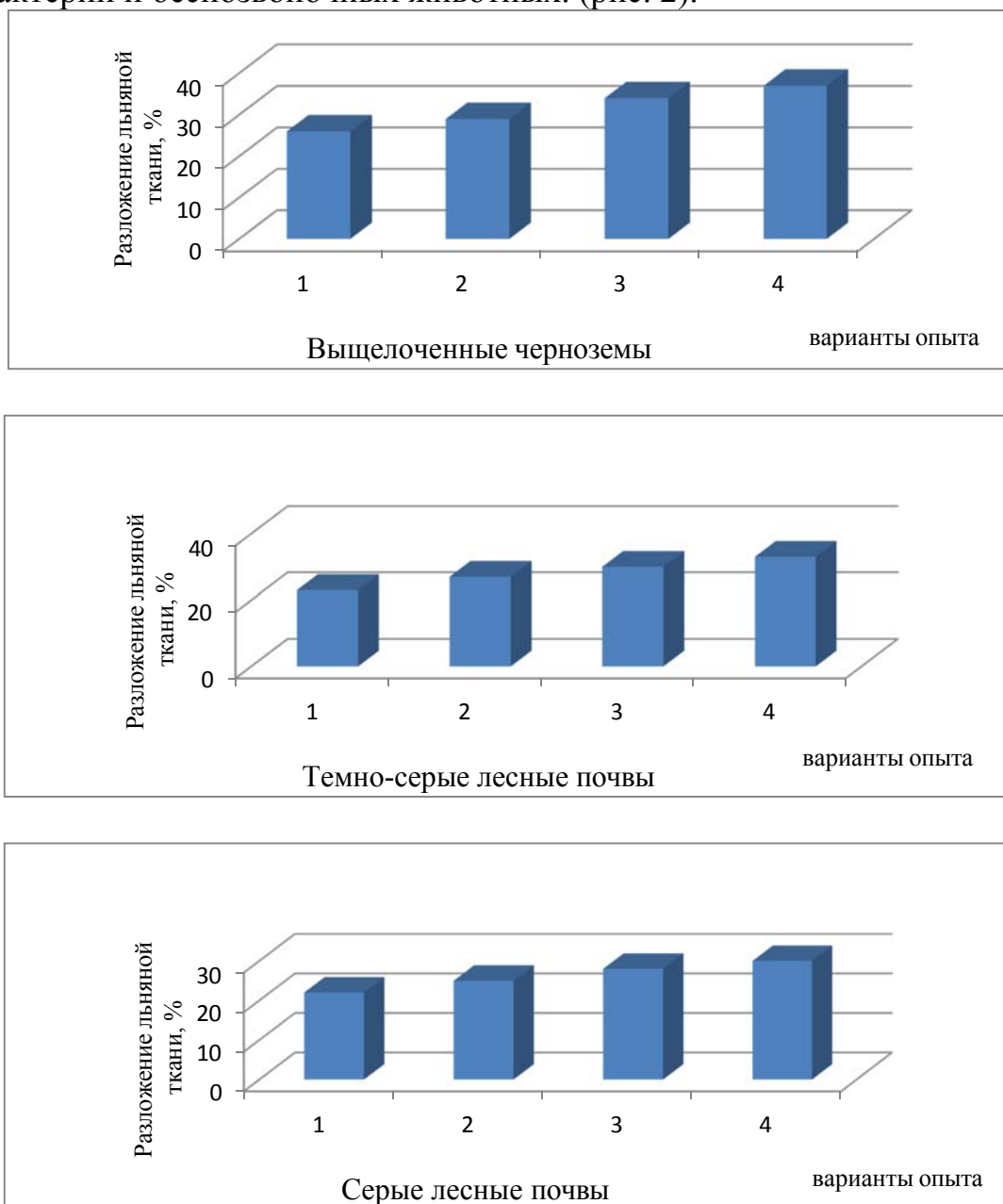


Рисунок 2. Влияние известкования, фосфоритования и внесения расчетных норм минеральных удобрений на биоактивность зональных почв

Через 5 лет после химической мелиорации и ежегодного внесения расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц биоактивность выщелоченного чернозема повышается до 37% против 26% в контроле (без агрохимикатов); темно-серых – 33 и 23%; серых лесных почв до 30% против 22% в контроле.

4.2. Динамика коэффициента структурности почв

В ходе учета динамики коэффициента структурности почвенного покрова в зависимости от уровня химизации и технологии возделывания 4-х культур звена зерно-паро-пропашного севооборота были установлены следующие закономерности:

- количество почвенных водопрочных частиц выщелоченного чернозема под влиянием минеральных удобрений повышается на 2,4%. При внесении этих же норм удобрений после известкования анализируемая разница увеличивается до 3,9%, а в последнем варианте (комплексное применение агрохимикатов) – на 6,5%. Аналогичные показатели были получены на темно-серых (от 1,6 до 4,3%) и на серых лесных почвах (от 0,4 до 4,8%). Следовательно, выщелоченные черноземы оказались более отзывчивыми по увеличению водопрочных почвенных частиц диаметром 0,25-10 мм;

- преимущество выщелоченного чернозема (4,4%) максимальной отметки достигает по сравнению с серыми лесными почвами именно при внесении расчетных норм минеральных удобрений после известкования и фосфоритования;

- в-третьих, независимо от зональных особенностей почвенного покрова без применения агрохимикатов происходит истощение водопрочных агрегатов (95,7; 97,8; 98,4% к исходной почве) по принципу: чем выше плодородие почвы, тем быстрее разрушается ее структурный состав, что еще раз доказывает преимущество комплексного применения агрохимикатов и минеральных удобрений на выщелоченных черноземах лесостепи Среднего Поволжья.

4.3. Динамика агрохимических показателей зональных почв

Существенное увеличение объемов накопления пожнивно-корневых остатков (от 4,65 в контроле до 8,96 т/га воздушно-сухой массы в варианте комплексного применения агрохимикатов), ускорение их минерализации до 22-37%, повышение содержания водопрочных агрегатов до 46,8-51,8% против 42,7-48,4% в исходной почве, несомненно, оказали положительное влияние на плодородие зональных почв.

Через 5 лет после известкования выщелоченного чернозема его кислотность была меньше (5,58) по сравнению с исходным значением 5,50. Это имеет очень большое практическое значение, так как периодичность известкования может быть увеличена вместо 5 лет в настоящее время до 6-7 лет в будущем. Совершенно другая картина складывается на темно-серых и серых лесных почвах, поскольку по истечении этого же времени кислотность таких почв возвращается в исходное состояние или же через 5 лет после известкования из-за ежегодного применения более высоких норм физиологически кислых минеральных удобрений они становятся более кислыми по сравнению с исходной почвой.

Таблица 5. Влияние известкования, фосфоритования и внесения минеральных удобрений на изменение агрохимических показателей зональных почв (2022 г.)

| Фактор А (почвен- ный по- кров) | Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц) | Содер- жание гумуса, % | рН | Мг на 1 кг почвы | |
|--|--|---------------------------------|------|-------------------------------|------------------|
| | | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Выщело- ченный чернозем | Контроль | 6,61 | | 156,0 | 166,6 |
| | N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 6,75 | 5,32 | 157,4 | 168,2 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 6,80 | 5,54 | 157,7 | 168,8 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 6,83 | 5,58 | 158,9 | 169,1 |
| Темно- серая лесная почва | Контроль | 5,42 | | 146,8 | 158,4 |
| | N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 5,52 | 5,11 | 148,6 | 160,3 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 5,58 | 5,18 | 148,8 | 160,8 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 5,60 | 5,20 | 149,0 | 161,2 |
| Серая лесная почва | Контроль | 4,73 | | 140,1 | 149,1 |
| | N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 4,83 | 5,03 | 143,4 | 151,3 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 4,86 | 5,08 | 143,7 | 151,3 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 4,87 | 5,09 | 144,2 | 151,9 |

Примечание: в 2018 г. исходное содержание гумуса составило 6,7% на выщелоченных черноземах: 5,5 – на темно-серых и 4,8% - на серых лесных почвах; рН – 5,5; 5,2; 5,1; подвижного фосфора – 157, 148, 142 и обменного калия – 168; 160; 151 мг/кг почвы соответственно.

На темно-серых лесных почвах рН солевой вытяжки увеличивается от 5,20 в исходной почве до 5,18 в варианте известкования и внесения N₆₇P₆₅K₅₉, а на серых лесных почвах с внесением N₉₃P₇₆K₇₀ – от 5,10 до 5,08

После химической мелиорации земель содержание гумуса – основного показателя плодородия почв, имеет тенденцию роста: на выщелоченных черноземах темпы роста содержания гумуса составляют 0,13% за пять лет, на темно-серых почвах – 0,10% и на серых лесных почвах – 0,07%. Другими словами, внесение минеральных удобрений обеспечивает положительную динамику содержания гумуса, также как подвижного фосфора и обменного калия.

V. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ В СОЧЕТАНИИ С ВНЕСЕНИЕМ РАСЧЕТНЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Сложность расчета экономической эффективности заключается в том, что валовой сбор зерновых единиц 4-х культур приходится делить на 5 лет, поскольку в звене севооборота имеется чистый пар. (табл. 6).

Таблица 6. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания культур в звене зерно-паро-пропашного севооборота на фоне химической мелиорации зональных почв и применения минеральных удобрений (2018-2022 гг.)

| Фактор А (почвенный покров) | Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы NPK на 5 т/га зерновых единиц) | СВП, тыс. руб./га | ОЗ, тыс. руб./га | ЧП, тыс. руб./га | Р, % | Биоэнерг. коэф |
|-----------------------------|--|-------------------|------------------|------------------|------|----------------|
| Выщелоченный чернозем | Контроль | 30,2 | 20,8 | 9,4 | 45,2 | 2,4 |
| | N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 34,6 | 23,1 | 11,5 | 49,8 | 3,1 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 39,2 | 25,4 | 13,8 | 54,3 | 3,8 |
| | Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈ | 42,0 | 26,2 | 15,8 | 60,3 | 4,2 |
| Темносерая лесная почва | Контроль | 28,6 | 21,2 | 6,4 | 30,2 | 2,3 |
| | N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 32,1 | 23,8 | 8,3 | 34,5 | 2,9 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 37,9 | 26,6 | 11,3 | 42,5 | 3,4 |
| | Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉ | 40,0 | 27,4 | 12,6 | 46,0 | 3,9 |
| Серая лесная почва | Контроль | 22,6 | 21,8 | 0,8 | 3,7 | 1,9 |
| | N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 29,5 | 25,7 | 3,8 | 14,8 | 2,4 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 35,1 | 28,6 | 6,5 | 22,7 | 2,6 |
| | Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀ | 38,3 | 30,3 | 8,0 | 26,4 | 2,8 |

Однако стоимость валовой продукции (СВП) возрастает от 22,6 тыс. руб./га на серых лесных почвах в контроле до 42,0 тыс. руб./га на выщелоченных черноземах. Рост стоимости валовой продукции сопровождается увеличе-

нием общих затрат – от 21,8 до 30,3 тыс. руб./га

Несмотря на это рентабельность производства 1 т зерновых единиц (Р) максимальной величины достигает именно в вариантах проведения химической мелиорации зональных почв с последующим ежегодным внесением НРК-удобрений: на выщелоченных черноземах – 60,3%; темно-серых и серых лесных почвах – 46,0 и 26,4%, что характерно и для окупаемости энергетических затрат: 4,2; 3,9; 2,8 раза соответственно.

Производственная проверка результатов исследований и их внедрение в сельскохозяйственное производство согласуются с тенденциями, закономерностями и выводами, полученными в ходе проведения стационарного полевого опыта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В варианте внесения расчетных норм минеральных удобрений после известкования плотность продуктивного стеблестоя озимой ржи на выщелоченных черноземах повышается на 3,9%, яровой пшеницы – 1,7; ярового ячменя – 3,0, кукурузы – 13,8% по сравнению с контрольным вариантом опыта. Внесение этих же норм НРК в варианте комплексного применения 3-х агрохимикатов (известкование, фосфоритование, НРК) плотность продуктивного стеблестоя увеличивается соответственно до 13,9; 6,8; 11,4; 34,4%, что характерно и для высоты растений. Такая же закономерность сохраняется на темно-серых и серых лесных почвах.

2. В результате формирования плотного высокорослого продуктивного стеблестоя посева озимой ржи, яровой пшеницы и кукурузы (кроме ярового ячменя) на выщелоченных черноземах по шкале В.В. Исаева (1990) относятся к группе слабозасоренных (менее 10 шт./м²), а на темно-серых и серых лесных почвах от группы средnezасоренных (11-15 шт./м²) переходят к группе слабозасоренных.

3. Под влиянием известкования, фосфоритования и ежегодного внесения минеральных удобрений, рассчитанных с учетом зональных особенностей почвенного покрова, изменяются процессы формирования плодоеlementов культур звена зерно-паро-пропашного севооборота в широком диапазоне: на выщелоченных черноземах количество семян в колосе озимой ржи возрастает от 38 шт. в контроле (без агрохимикатов) до 51,2 шт.; яровой пшеницы – от 30,4 до 33,4; ярового ячменя – от 16,3 до 27,0 шт. против 34,3 и 48,2; 28,7 и 40,6; 16,2 и 26,0 на темно-серых лесных почвах; 33,5 и 44,4; 24,5 и 39,7; 16,1 и 26,2 шт. на серых лесных почвах соответственно по культурам и вариантам.

4. Увеличение количества семян в колосе сопровождается повышением массы 1000 семян: у озимой ржи от 27,3 г в контроле на серых лесных почвах до 33,4 г в последнем варианте на выщелоченных черноземах; яровой пшеницы – от 28,0 до 33,8; ярового ячменя – от 32,0 до 34,9 г по выше анализируемым вариантам опыта.

5. Валовой сбор зерновых единиц 4-х сельскохозяйственных культур в варианте без применения минеральных удобрений: на выщелоченных черноземах составил 15,12 т/га против 17,32 т/га с внесением N₃₄ P₄₄ K₃₈. На темно-

серых лесных почвах данная разница в пользу NPK составила 2,26 т/га, и на серых лесных почвах - 3,48 т/га.

6. Известкование слабокислых выщелоченных черноземов обеспечило дополнительное получения за 4 года 2,28 т/га зерновых единиц, а фосфоритование -1,40 т/га, что характерно для темно-серых и серых лесных почв лесостепи Среднего Поволжья.

7. Комплексное применение агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений обеспечивает повышение ресурсного потенциала выщелоченного чернозема до - 5,25 т/га в год, темно-серых лесных почв – 5,0 т/га и серых лесных почв – 4,79 т/га в год.

8. Окупаемость внесения минеральных удобрений после известкования и фосфоритования на выщелоченных черноземах возрастает до 12,67 кг/кг зерновых единиц, на темно серых лесных почвах - до 8,11 и на серых лесных почвах до 8,24 кг/кг против 4,74; 2,98; 3,64 кг/кг соответственно в вариантах применения NPK без известкования и фосфоритования.

9. Зерно яровой пшеницы Йолдыз, выращенное на произвесткованных выщелоченных черноземах в сочетании с фосфоритованием и ежегодным внесением N₃₄P₄₄K₃₈ по массовой доле клейковины (28%), белка (13,6%), стекловидности (62%), натуре зерна (768 г) соответствует второму классу качества, а на темно-серых и серых лесных почвах, как и по числу падения муки озимой ржи, к третьему классу качества.

10. Зеленая масса кукурузы отличается относительно низким содержанием переваримого протеина (6,5-11,0% в абс. сух. массе) по сравнению с фуражным ячменем, но высоким содержанием суммы сахаров (11,6-15,3%). В результате, использование кукурузного силоса и фуражного ячменя позволяет решать извечную проблему дисбаланса суммы сахаров к переваримому протеину в рационе кормления КРС.

11. Увеличение накопления пожнивно-корневых остатков под действием комплексной химизации зональных почв в 1,7-2,0 раза по сравнению с контролем, запашка соломы озимой ржи и яровых зерновых культур, ускорение их минерализации, улучшение коэффициента структурности почв на 5,0-9,6%, стали основой положительной динамики содержания гумуса, обменного калия и роста содержания подвижного фосфора.

12. Общие затраты на известкование, фосфоритование и применение расчетных норм минеральных удобрений на выщелоченных черноземах возрастает от 20,8 тыс. руб./га в контроле до 26,2 тыс. руб./га, на темно-серых лесных почвах – от 21,2 до 27,4 и серых лесных почвах – от 21,8 до 30,3 тыс. руб./га. Однако самая высокая рентабельность была достигнута именно на этих вариантах опыта: 60,3; 46,0; 26,4% также как и биоэнергетический коэффициент: 4,2; 3,9; 2,8.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На выщелоченных черноземах для получения 5,25 т/га зерновых единиц с низкой себестоимостью и высокой рентабельностью (60,3%), создания положительной динамики содержания гумуса, обменного калия и роста содержания подвижного фосфора, окупаемости энергетических затрат в 4,2 раза рекомендуется возделывать сельскохозяйственные культуры в звене зерно-паро-пропашного севооборота (чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос) на фоне известкования (3,5 т/га д.в.), фосфоритования (233 кг/га д.в.) с последующим ежегодным внесением минеральных удобрений (N₃₄P₄₄K₃₈), рассчитанных на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц.

2. В целях достижения таких же высоких результатов (5,0 т/га) на темно-серых лесных почвах предлагается увеличить норму внесения извести на 0,50 т/га, а минеральных удобрений в 1,65 раза, на серых лесных почвах (4,79 т/га) соответственно 0,75 т/га и 2,06 раза по сравнению с выщелоченными черноземами лесостепи Среднего Поволжья.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК Российской Федерации

1. **Габитов, Р.Х.** Сравнительная оценка эффективности комплексного применения агрохимикатов на посевах яровой пшеницы в зависимости от зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан / **Р.Х. Габитов**, А.А. Лукманов, Ф.Н. Сафиоллин // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 6(54).

2. Продуктивность кукурузы Росс 140 в зависимости от уровня химизации зональных почв Республики Татарстан / Ф.Н. Сафиоллин, М.М. Хисматуллин, А.А. Лукманов, **Р.Х. Габитов** [и др.] // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2023. – № 115. – С. 199-223.

3. **Габитов Р.Х.** Приемы повышения продуктивности зональных почв Республики Татарстан / **Р.Х. Габитов** // Агрохимический вестник. – 2024. - №1. - С. 98-102.

4. **Габитов Р.Х.** Агрономические и энерго-экономические показатели химической мелиорации зональных почв Республики Татарстан и применения расчетных норм минеральных удобрений / **Р.Х. Габитов**, А.А. Лукманов, Ф.Н. Сафиоллин и др. // Плодородие. – 2024. - №1. - С. 55-60.

Статьи, опубликованные в других научных журналах и сборниках материалов международных и всероссийских научно-практических конференций:

5. **Габитов, Р.Х.** Влияние минеральных удобрений и агроメリорантов на урожайность зерна гибридной кукурузы Росс 140 в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / **Р.Х. Габитов**, А.А. Лукманов, Ф.Н. Сафиоллин // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26-27 октября 2022 года. – Казань: Казанский государ-

ственный аграрный университет, 2022. – С. 105-111.

6. Влияние расчетных норм минеральных удобрений на урожайность орошаемой кормовой кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан / И.Ф. Яхин, **Р.Х. Габитов**, М.М. Хисматуллин, Н.В. Трофимов // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 4(4). – С. 45-50.

7. **Габитов Р.Х.** Влияние агрохимикатов и почвенного покрова Республики Татарстан на устойчивость яровой пшеницы Йолдыз к корневым гнилям и листовым болезням / **Р.Х. Габитов**, А.А. Лукманов, Ф.Н. Сафиоллин, С.В. Сочнева // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26-27 октября 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 96-104.

8. Влияние средств химизации на формирование урожая зеленой массы кукурузы с початками молочно-восковой спелости / И.Ф. Яхин, **Р.Х. Габитов**, М.М. Хисматуллин [и др.] // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2023. – № 2(6). – С. 44-51.

9. Оценка питательности различных видов кормов, заготовленных из кукурузы, в зависимости от уровня химизации и почвенного покрова Республики Татарстан / И.Ф. Яхин, **Р.Х. Габитов**, С.В. Сочнева, Н.В. Трофимов // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2023. – № 4(8). – С. 53-60.

10. Зональные особенности почвенного покрова Республики Татарстан и приемы оптимизации химической мелиорации земель сельскохозяйственного назначения: Учебное пособие / А.А. Лукманов, Р.М. Миннуллин, **Р.Х. Габитов**, А.В. Погодина. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2023. – 122 с.

11. Гумусное состояние и пищевой режим почвы при системном использовании удобрений в полевых севооборотах: Монография / А.А. Лукманов, Р.С. Шакиров, З.М. Бикмухаметов, **Р.Х. Габитов**. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2023. – 80 с.

12. Справочник агрохимика Республики Татарстан: Учебное пособие / М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов, **Р.Х. Габитов** и др. – Казань, 2024. – 372 с.