

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

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

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель -
доктор сельскохозяйственных наук,
Лукманов А.А.

Казань – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
Глава I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОМЕЛИОРАНТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	10
1.1. Краткий экскурс в историю питания растений и применения агромелиорантов.....	10
1.2. Современное состояние и перспективы развития химической мелиорации земель в Российской Федерации и лесостепной зоне Среднего Поволжья.....	12
1.3. Значение фосфора и фосфоритования в сельском хозяйстве.....	21
1.4. Комплексное применение агромелиорантов и минеральных удобрений – основа дальнейшего развития агропромышленного комплекса субъектов Российской Федерации.....	29
Глава II. УСЛОВИЯ, МЕСТО, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
2.1. Краткая характеристика зональных почв лесостепи Среднего Поволжья (на примере Республики Татарстан).....	37
2.2. Рельеф территории.....	46
2.3. Агрометеорологические условия.....	48
2.4. Программа работ.....	57
2.5. Методика полевых и лабораторных исследований.....	64
2.6. Технические средства, использованные в ходе проведения исследований.....	66
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	
Глава III. ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И АГРОХИМИКАТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ЗВЕНА ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА: ОЗИМАЯ РОЖЬ – ЯРОВАЯ ПШЕНИЦА – ЯЧМЕНЬ – КУКУРУЗА	69
3.1. Полевая всхожесть и мощность роста всходов.....	69
3.2. Динамика формирования и линейный прирост корневой системы.....	74
3.3. Плотность стеблестоя, высота растений и засоренность посевов.....	79
Глава IV. ПЛОДОЭЛЕМЕНТЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ, ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ, КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ	95
4.1. Плодоэлементы озимых и яровых зерновых культур.....	95
4.2. Плодоэлементы кормовой кукурузы.....	100
4.3. Влияние почвенного покрова и агрохимикатов на урожайность сельскохозяйственных культур звена зерно-паро-пропашного севообро-	106

та.....	
4.3.1. Прибавка урожайности от минеральных удобрений.....	106
4.3.2. Эффективность известкования слабокислых зональных почв...	108
4.3.3. Эффективность фосфоритования зональных почв.....	108
4.3.4. Валовые сборы зерновых единиц в зависимости от комплексного применения агромелиорантов и расчетных норм минеральных удобрений.....	109
4.3.5. Окупаемость минеральных удобрений.....	112
Глава V. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПОЛУЧЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ХИМИЗАЦИИ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ.....	114
5.1. Качество зерна яровой пшеницы Йолдыз.....	114
5.2. Качество зеленой массы кукурузы на силос Росс 140.....	118
5.3. Влияние агромелиорантов и минеральных удобрений на качество зерна озимой ржи Радонь.....	122
5.4. Качество фуражного зерна ярового ячменя.....	124
Глава VI. ВЛИЯНИЕ АГРОМЕЛИОРАНТОВ И РАСЧЕТНЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ.....	132
6.1. Интенсивность накопления пожнивно-корневых остатков.....	132
6.2. Интенсивность минерализации органической массы.....	135
6.3. Плотность сложения почвы и ее структурный состав.....	138
6.4. Коэффициент структурности зональных почв.....	140
6.5. Динамика агрохимических показателей зональных почв.....	142
Глава VII. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ В СОЧЕТАНИИ С ВНЕСЕНИЕМ РАСЧЕТНЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	145
7.1. Экономическая эффективность.....	145
7.2. Энергетическая оценка производства зерна и кукурузы на силос	151
Глава VIII. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	156
8.1. Производственная проверка.....	156
8.2. Внедрение результатов исследований.....	162
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	164
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	167
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	168
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	198

ВВЕДЕНИЕ

Значимость работы. Известно, что в современном агропромышленном комплексе платформой повышения ресурсного потенциала 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 старину, система подготовки почвы деревянной сохой, ручной посев и послепосевное боронование деревянной бороной обеспечивала получение 25-30 пудов зерна с 1 га пашни (400-450 кг/га). С освоением трехпольного севооборота урожайность полбы, ячменя, озимой ржи выросла до 650-700 кг/га. В период индустриализации промышленности бывшего СССР, технического перевооружения сельского хозяйства, введения коллективных форм использования земель (формирование колхозов и совхозов) позволило увеличить продуктивность пашни до 1,0-1,2 т/га.

В 60-ые годы прошлого века Н.С. Хрущев, первый секретарь ЦК КПСС, выдвинул лозунг «Электрификация плюс химизация – коммунизм». По всей стране строились заводы и предприятия по производству минеральных удобрений – Менделеевский завод по производству азотных удобрений (Республика Татарстан), предприятие по добыче калийных удобрений (г. Березники Пермской области). Основными источниками добычи и производства фосфоросодержащих удобрений стали Мурманская область, Череповцы и Нижний Новгород (Лукманов А.А., 2023).

В период бурной химизации сельского хозяйства урожайность зерновых культур удвоилась. Так, в Республике Татарстан, которая находится в лесостепной зоне Среднего Поволжья, в отдельных хозяйствах насыщенность пашни NPK-удобрениями достигла до 250-300 кг, а урожайность зерновых культур даже на серых лесных почвах Арского района выросла до рекордных показате-

лей – 3,5 т/га. По мере повышения норм внесения минеральных удобрений объемы использования энергетических ресурсов на производство растениеводческой продукции существенно увеличились. Если в начале XX века на 100 калорий продукции затрачивалось 48 калорий совокупной энергии, то в период интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур в 1,5 раза больше (Алиев Ш.А., 2002).

С другой стороны, из-за резкого повышения кислотности почв под действием высоких норм внесения физиологически кислых минеральных удобрений, угнетения почвенных микроорганизмов, особенно аммиачной водой, продуктивность земель сельскохозяйственного назначения 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, и известкование должно сопровождаться с внесением оптимальных норм минеральных удобрений с учетом плодородия зональных почв не только Российской Федерации, но и внутри отдельного ее региона.

Следовательно, разработка и внедрение приемов повышения ресурсного потенциала выщелоченных черноземов, темно-серых и серых лесных почв, на долю которых приходится около 80% пашни, была и остается актуальной проблемой агропромышленного комплекса лесостепной зоны Российской Федерации, в том числе и Республики Татарстан.

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 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 слабых кислых выщелоченных черноземов, темно-серых и серых лесных почв, взаимодействие агроmeliорантов 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 полевого 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 агроmeliорантов и минеральных удобрений на качества производимой продукции по широкому спектру показателей (содержание сырого протеина, жира, клетчатки, клейковины, белка, натуре, 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 агроmeliорантов и расчетных норм минеральных удобрений.

5. Провести производственную проверку и внедрение результатов исследований.

Научная новизна. Впервые в почвенно-климатических условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья изучена эффективность химической мелио-

рации зональных почв в сочетании с последующим ежегодным внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га 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 результатов стационарных полевых опытов.

Основные положения, выносимые на защиту:

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

2. Влияние агроулучшителей 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 двухфакторного стационарного полевого опыта, включающий 48 вариантов в 3-х кратной повторности, проверкой результатов исследований в производственных условиях и внедрением 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 современном 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 учебных 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 двухфакторные 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.

Глава I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОМЕЛИОРАНТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

1.1. Краткий экскурс в историю питания растений и применения агромелиорантов

Люди первобытно-общинного строя, провожая в загробный мир своих соплеменников, клали им в могилу различные виды продуктов питания, включая зерно, собранное в дикой природе. Они обратили внимание, что зерно, случайно попавшее весной в рыхлую почву, в течение лета вырастает лучше, образует более крупные колосья и зернышки. Таким образом, по данным археологов 10-12 тыс. лет тому назад появилось земледелие.

С возникновением земледелия коренным образом изменилась история развития человечества. Человек постепенно перешел к оседлому образу жизни, научился гарантированно обеспечивать себя растениеводческими продуктами питания. С тех пор в течение более чем 12 тыс. лет он пытается разгадать тайну питания растений. Почему на одних полях растения развиваются бурно, образуют высокопродуктивные агроценозы, а в других местах земля истощается, и целые цивилизации прекращают свое существование?

Выдающийся древнегреческий философ Аристотель (384-322 гг. до н.э.) и исследователь растительного мира Феофраст (372-287 гг. до н.э.) считали, что растениям нужны четыре стихии: воздух, вода, огонь и тучная земля. Утверждение о необходимости тучной земли стало основой гумусового питания растений и убывающего плодородия почв.

Однако римский писатель, основоположник античной агрономии Луций Юний Модерат Колумелла (1 век н.э.) в своем сочинении из 12-ти томов «О сельском хозяйстве» писал, что земля не может состариться, если ей помогать навозом как пищей для восстановления ею утраченных сил. Таким образом, он рассматривал растениеводство в тесной увязке с животноводством. Он же впервые предложил классификацию удобрений: навоз, зеленое удобрение, компост и удобрение «земли землей» - улучшение песчаных почв глиной, а глини-

стых почв песком.

В десятом веке нашей эры в Китае открыли способ изготовления дымного пороха из селитро-серо-угольной смеси. Многие ученые (Бернар Палисси, 1563; английский химик И.Р. Глаубер, 1656) установили, что главным фактором урожайности является селитра, внесенная в почву (основа о питании растений азотом, фосфором и калием).

Спустя 100 лет профессором земледелия И.И. Комовым (1780) было открыто положительное влияние внесения извести на глинистых почвах. Он утверждал, что известь не только делает рыхлой глинистую почву, но и истребляет всякую кислоту и положительное влияние извести продолжается в течение последующих 30 и более лет. В связи с этим, он рекомендовал искать залежи известняков, мергеля, мела и вносить их по 100-150 четвертей на десятину (200 кг на 1,09 га).

Однако величайшее открытие профессора И.И. Комова в царской России не было достойно оценено. В отличие от европейских стран Россия по земельным ресурсам занимала лидирующее положение и обрабатывала только «богатые» земли, избегая «худых». Поэтому густонаселенные европейские страны, прежде всего Англия и Германия, раньше всех вплотную начали заниматься известкованием кислых почв и в середине XVII века Габриэль Платт в своей книге «Открытие неисчерпаемого клада» (1639), по утверждению А.В. Литвиновича (2014), писал «Тот, кто открыл, пусть даже случайно, способ удобрения почв известью, мергелем и мелом, оказал большое благодеяние народу, чем если бы он построил все благотворительные учреждения Англии и Германии вместе взятые».

Известкование кислых почв сыграло огромную роль в освоении новых бесплодных земель Дании (Vlams J., 1953; Mengel K., 1972). Неоднократные попытки заселения этого региона раньше заканчивались неудачей и разорением переселенцев. Именно после известкования в Дании началось клеверосеяние, что способствовало превращению бесплодных пустошей в плодородные земли

(Прянишников Д.Н., 1940).

В начале XX столетия в большинстве Европейских государств, США, Азии, Австралии, Южной Америки резко увеличились площади известкования, внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений и расширение посевных площадей бобовых многолетних трав, способных усваивать азот воздуха клубеньковыми бактериями и использовать запасы основных элементов питания из глубоких слоев почвы, которые были раньше недоступны яровым и озимым зерновым культурам. Благодаря вышеизложенному за последние 200 лет население земного шара от 1 млрд. выросло до 7 млрд. человек и сейчас приближается к 8-ми млрд.

1.2. Современное состояние и перспективы развития химической мелиорации земель в Российской Федерации и лесостепной зоне Среднего Поволжья

По утверждению Д.Н. Прянишникова (1940) до революции 1917 г. известкование кислых почв в Царской России не проводилось. Однако первые полноценные методически выдержанные научно-исследовательские работы по известкованию проводились в Петровской академии и в 1865 г. была защищена И.А. Стебутом первая докторская диссертация «Известкование почвы». Более того, всемирно известные русские ученые как Д.И. Менделеев (1872), П.С. Косович (1898), Д.Н. Прянишников (1940), С.С. Ярусов (1948), Б.А. Голубев (1954), К.К. Гедройц (1955), О.Л. Кедров-Зихман (1957) стали основоположниками теории применения известковых материалов на кислых землях бывшего СССР. Благодаря этому площади известкования от 300 тыс. га во второй пятилетке выросли до 11,4 млн. га к 1964 г. и до 37,3 млн. га к началу перестройки.

К концу XX века экономические условия функционирования сельского хозяйства в нашей стране изменились в худшую сторону. Отсутствие или же в лучшем случае снижение финансирования на поддержание плодородия почв, с начала 1990-х годов площади известкования снизились с 6-ти млн. га/год до 266 тыс. га/год (Якушев и др., 2013).

Помимо этого, была полностью разрушена технология производства,

хранения, транспортировки и внесения известковых удобрений. Вся техника, предназначенная для известкования, устарела. В данных условиях площади кислых почв в России возросли до 50-ти млн. гектаров в настоящее время (Минеев В.Г., 2013; Лукманов А.А., Ивойлов А.В., 2023). По расчетам вышеотмеченных агрохимиков, с учетом 5-ти летнего цикла известкования для поддержания оптимальной реакции среды почвенного покрова Российской Федерации необходимо ежегодно провести химическую мелиорацию на площади 10 млн. га и внести по 10 т/га мелиорантов. Для сравнения отметим, что рекордные площади известкования кислых почв в нашей стране было достигнуто в 1990 г. – 6,5 млн. га.

По мнению многих зарубежных (Jacjbson L., 1960; Stevenson F.S., 1965) и российских ученых (Кузнецов А.В., Павлихина А.В., 2002; Кузьмич М.А., 2004; Небольсин А.Н., Небольсин З.П., 2010; Яковлева Л.В., 2013; Якушев В.П., Осипов А.И., 2013) в настоящее время нет альтернативы известкованию кислых почв, поскольку 1 т известковых удобрений обеспечивает ежегодное получение в течение 5-6 лет прирост урожайности зерновых культур 0,30-0,35 т/га в Нечерноземной зоне. При этом все затраты на известкование кислых и слабокислых почв окупаются за 1,5-2,0 года.

Такие высокие результаты от известкования А.И. Осипов в своих обширных научных трудах (2002, 2012, 2015, 2016) и Б.А. Ягодин, Ю.П. Туков, В.И. Кобзаренко (2023) объясняют следующими причинами:

- потери окиси кальция составляют 0,5 кг на 1 кг NPK;
- вынос кальция и магния яровыми зерновыми культурами при средней урожайности 2,5-3,0 т/га достигает 40-50 кг/га, а для овощных культур – до 300-500 кг/га. В отчуждаемом урожае превышение количества катионов над анионами возрастает до 1,4-4,5 кмоль/га;
- значительная часть CaCO_3 с нисходящими водными потоками при промывном режиме почвы, что характерно для большинства регионов Российской Федерации, вымывается за пределы пахотного слоя;

- самое главное, коэффициент усвоения CaCO_3 зависит от помола известняка.

Считается, что сыромолотые доломитная и известковая мука с толщиной помола менее 3 мм более эффективны и быстро окупаемы по сравнению с грубым помолом (Ломако Е.И., 2007; Сычев В.Г., Афанасьев Р.А., 2017; Лукманов А.А., 2023). В тоже время Ш.А. Алиев, С.Ш. Нуриев (2002), И.А. Шильников, Л.А. Лебедева (1987), П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов (2011) приветствуют наличие в известковом материале части 5 и более мм, которые пролонгируют действие извести до 7-10 лет (крупные частицы извести взаимодействуют с почвой гораздо медленнее, чем мелкие), и они не являются «балластом» как считалось ранее.

Известковые агроулучшители не только нейтрализуют избыточную кислотность почвы, но и повышают коэффициенты использования минеральных удобрений. Например, Ю.А. Духанин в своей монографии (2003) «Агрохимия, биология и экология песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почв» приводит следующие результаты исследований:

- коэффициенты использования азота из внесенных удобрений на сильнокислых почвах Брянской области в 1,5-2,5 раза были ниже, чем на слабокислых, тем более на нейтральных почвах;

- коэффициент использования подвижного фосфора составил всего 1,7-2,0% против 10-15% на почвах с благоприятной реакцией.

Эти негативные процессы сопровождались с накоплением фитотоксичных элементов (подвижные формы алюминия, марганца, железа и др.).

Зарубежные исследователи (Kundler P., 2007; Parkinson D., Gray T., Williams S., 2011; Pfaff G., 2013) и российские ученые (Максимов П.Г., Кузнецов А.В., Платонов И.Г., 2000; Панасюга П.И., Мельничук Д.И., Старовойтова М.И., 2001) на основе результатов многолетних стационарных полевых опытов доказали влияние известковых удобрений на изменение почвенной биоты: грибковая микрофлора сменяется бактериальной, растет число фосфатмоби-

зирующих, азотфиксирующих клубеньковых бактерий и целлюлозоразлагающих микроорганизмов. В результате вытеснения грибковой микрофлоры снижается пораженность растений мучнистой росой, бурой ржавчиной, корзиночными, корневыми гнилями и мн. др. В связи с этим, для устойчивого и экологически безопасного развития сельского хозяйства необходимо разработать перспективные планы известкования, мергелевания и мелования кислых почв как в целом по Российской Федерации, так и на региональных уровнях.

Необходимость составления региональных планов известкования объясняется тем, что свойства кислых почв сильно зависят от множества факторов внешней среды (слагающие материнские породы, обеспеченность влагой и термическими ресурсами, исходное плодородие почвы и чувствительность возделываемых культур к кислотности и ее составляющим). Кроме того, в 89-ти субъектах Российской Федерации запасы, виды и стоимость карбонатных материалов весьма разнообразны. Во многих регионах темпы известкования сдерживаются не только из-за недостатка природных агроруд, но и дороговизны их добычи и переработки. Поэтому одной из важнейших задач по повышению обеспеченности агропромышленного комплекса известковыми удобрениями с наименьшими затратами является широкое использование карбонатных материалов строительного, металлургического и горнодобывающего комплексов. Так, по утверждению И.М. Богдевича (1992), Г.Г. Воробьева (1999), Н.И. Белоусовой, Ю.А. Мешалкиной (2000), Е.В. Курчановой (2002), И.Г. Юлушева (2005) только на предприятиях производства стройматериалов в 34 регионах ежегодный выход карбонатных отходов составляет 20,7 млн. тонн. Другим весьма важным и относительно дешевым источником карбонатного удобрения являются отходы промышленности, расположенные вблизи сельскохозяйственных формирований: шлаки, шламы, зола сланцев, бурого угля, торфа, отходный мел и др. Они, как правило, не требуют сложной подготовки (достаточно отделить крупные частицы от мелких) и обладают высокой активностью взаимодействия с почвой.

В международной научной конференции «Агрехимические технологии, приемы и способы увеличения объемов производства высококачественной продукции», проведенной под эгидой ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (2008), И.А. Зеленов, Д.А. Швырков, В.Н. Темников, О.И. Двойникова особо отметили высокую экономическую и агрономическую эффективность использования альтернативных источников карбонатных удобрений на посадках картофеля, повышение плодородия дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны России.

Весьма интересные результаты исследований по сравнительной оценке промышленных отходов с содержанием фосфора в своих опытах получил Д.И. Осипов (2019).

Таблица 1

Сравнительная оценка эффективности применения известковых материалов

Вид известкового материала	Дополнительная сельскохозяйственная продукция, т/га зерн. ед.		
	в среднем за год	в среднем за 3 ротации севооборота	% к контролю
Доломитовая мука (контроль)	0,42	7,6	-
Сланцевая зола	0,49	8,8	16
Цементная пыль	0,89	10,6	39
Доменный шлак	0,21	3,8	-50

Например, эффективность применения доменного шлака была в 2 раза ниже по сравнению с доломитовыми агрорудами. В тоже время сланцевая зола и цементная пыль показали преимущество по сравнению с доломитовой мукой на уровне 16 и 39% соответственно.

В связи с этим в варианте опыта с применением сланцевой золы прибавка урожайности овса составила 0,79 т/га по сравнению с контрольным вариантом опыта.

Влияние химических мелиорантов на урожайность овса в полевом опыте

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Отношению к доломитовой муке	
		т/га	%	т/га	%
Контроль	0,75	-	-	-	-
Доломитовая мука	1,61	0,86	114	-	-
Сланцевая зола	2,40	1,65	220	0,79	49
НРК + доломитовая мука	2,92	2,17	289	-	-
НРК + сланцевая зола	3,63	2,88	384	0,71	24
НСР ₀₅	0,44				

В то же время следует особо подчеркнуть высокий риск накопления в почвах таких тяжелых металлов как свинец, кадмий, мышьяк, селен, стронций, которые поступают при внесении промышленных отходов.

Особого внимания заслуживает накопленный опыт известкования кислых почв Ленинградской области. В 1986-1990 гг. в данной области известковали от 80 до 120 тыс. га ежегодно. В этот период в Ленинградской области стали преобладать почвы с нейтральной и близкой к нейтральной реакции среды. Однако в годы перестройки районные агрохимические службы (сельхозхимии) перестали существовать, что привело к резкому росту кислых почв. В связи с этим в Ленинградской области была разработана, принята и успешно работает программа известкования кислых почв. Этому способствовала регистрация технических условий использования сыромолотой доломитовой муки грубого помола, выпускаемой ООО Торговым домом «Доломит» (Якушев В.П., Осипов А.И., Миннуллин Р.М., Воскресенский С.В., 2013). В настоящее время, данное техническое условие зарегистрировано в сборнике агрохимикатов, разрешенных к применению на всей территории Российской Федерации.

По расчетам А.М. Добренцевой (2006), Э.А. Муравина (2010, 2016), Л.А. Михайловой (2015), М.А. Глухих (2023), С.Х. Дзеногова (2023) в последние годы аграрии нашей страны из-за высокой кислотности пахотных земель не доби-

рают около 20 млн. т зерновых единиц. Плюс к этому существенно снижается окупаемость минеральных удобрений, ухудшаются факторы внешней среды, качество производимой продукции часто не соответствует предъявляемым требованиям. Поэтому, известкование было и остается основой развития агропромышленного комплекса и обеспечения продовольственной безопасности нашего государства, что в полной мере подтверждается опытом работы лесостепной зоны Среднего Поволжья, в том числе и Республики Татарстан.

В Республике Татарстан имеется 3400 тыс. га пашни, обследованная площадь на кислотность составляет 3063,5 тыс. га (Лукманов А.А., 2023). Из них на долю сильнокислых приходится 26,2 тыс. га. Среднекислые почвы занимают 262,8 тыс. га, слабокислые – 1064,9, близкие к нейтральной – 841,3 и нейтральные – 868,3 тыс. га. То есть, сильно- и среднекислые почвы занимают всего 9,4% пашни. Такие высокие результаты по сравнению с 88-ми субъектами России объясняется следующими положительными причинами:

- в годы перестройки удалось сохранить высококвалифицированные кадры сети агрохимической службы Татарстана, включая ее районные подразделения;

- впервые в России Татарстан перешел на использование сыромолотого известняка, доломитовой муки и мергеля, что существенно снижает затраты на химическую мелиорацию;

- было организовано 17 обществ с ограниченной ответственностью по производству известняковой и доломитовой муки, шесть ООО по изготовлению мергеля;

- внедрена компьютерная программа составления проектно-сметной документации «Известь», учитывающая множество факторов (рН, плодородие почвы, гранулометрический состав, плотность сложения и др.);

- разработана и внедрена методика визуального, инструментального, лабораторно-полевого контроля качества известкования сотрудниками ЦАС «Татарский»;

- на территории нашей республики имеется 24 карьера по добыче карбонатных материалов с годовой производительностью более 2 млн. тонн;

- наличие ежегодной финансовой поддержки со стороны государственных органов республики. Все эти годы известкование в Татарстане проводилось по принципу 80:20. Восемьдесят процентов бюджетные средства и 20% средства конкретных сельскохозяйственных предприятий независимо от форм собственности;

- самое главное, широкое использование результатов научно-исследовательских работ по данной проблематике и опыта передовых хозяйств.

Целенаправленное регулярное известкование кислых почв в Республике Татарстан началось в 1967 г., но до 1980 г. темпы работ оставались низкими, продолжительность цикла известкования составляла 15-20 лет (Винокуров М.А., Нуриев С.Ш., 1974; Утэй И.В., Ишкаев Г.Х., 1974; Гарифуллин Ф.Ш., 1974). При таких темпах известкования площади кислых почв не сокращались.

Коллектив авторов в составе ученых Татарстана И.У. Вальникова, Е.И. Ломако, А.М. Айметдинова, В.Н. Мешанова, М.З. Гайнутдинова разработал и в 1963 г. опубликовал «Рекомендации по составлению проектно-сметной документации по комплексному агрохимическому окультуриванию полей» (КАХОП).

Для выполнения этой задачи в системе 8-ми полевого севооборота выделяли чистый пар для фосфоритования, известкования, внесения органических и минеральных удобрений, накопления влаги, уничтожения сорной растительности. Комплексное агрохимическое окультуривание полей сыграло огромную роль в повышении урожайности и качества сельскохозяйственных культур не только в Татарстане, но и на всей территории бывшего Советского Союза. Именно эти годы можно считать «золотым веком» научно-обоснованной системы химической мелиорации земель Татарстана (табл. 3).

Таблица 3

Темпы известкования кислых почв в Республике Татарстан в 1967-2000 гг.

Показатели	1967-1970 гг.	1971-1975 гг.	1976-1980 гг.	1981-1985 гг.	1986-1990 гг.	1991-1995 гг.	1996-2000 гг.
Площадь кислых почв, тыс. га	1572,8	1642,2	1687,5	1700,0	1760,7	1659,0	1550
Среднегодовые объемы известкования, тыс. га	153,0	200,9	90,9	163,4	353,3	346,2	240
Цикличность известкования, лет	10,3	8,2	18,6	10,4	5,0	4,8	6,8

По расчетам профессора Ш.А. Алиева (2001) баланс карбонатов кальция и магния показывает, что 35-40% внесенной извести было израсходовано на нейтрализацию избыточной кислотности. Остальная часть извести ушла на возмещение расходов и потерь кальция из почвы. В выполненных расчетах он особо отметил, что 15-20% извести требуется на нейтрализацию внесенных физиологически кислых минеральных удобрений (табл. 4).

Таблица 4

Баланс карбонатов кальция и магния в пахотных почвах Республики Татарстан, кг/га

Статьи баланса	1981-1985 гг.	1991-1995 гг.	1996-2000 гг.
Приход, всего	330	458	493
в т.ч. с известковыми удобрениями	298	439	463
Расход, всего	315	329	328
в т.ч. вымывания из почвы	180	198	180
Вынос с урожаем	68	58	61
Нейтрализация физиологически кислых минеральных удобрений	52	73	87
Баланс, ±	+15	+169	+165

В целом масштабная работа по известкованию, проведенная в 1985-2000 гг. позволила добиться положительного баланса карбонатов в земледелии Рес-

публики Татарстан, остановить не только процессы роста площадей кислых почв, но и сократить на 319,7 тыс. га.

Н.Н. Чумаченко, Б.А. Сушеница, Ш.А. Алиев в настольной книге агрохимиков «Агрохимия фосфора» (2001) пишут, что фосфор был открыт 300 лет тому назад. Х. Брандом и академик А.С. Фресман назвал фосфор «элементом жизни и мысли». Действительно, позднее было установлено его наличие в организме человека в объеме 1,5 кг. Из них 1,4 кг сосредоточено в костях, 130 г – в мышцах и 12 г – в головном мозге (Перельман В.И., 1964). Академик Б.А. Ягодин (1995) определил необходимое количество фосфора для нормального развития человека в объеме 1600-2000 мг/сутки. Такое количество фосфора люди получают из растениеводческих продуктов питания, а они в свою очередь – из почвы. По этой причине, оптимизация содержания в почве подвижного фосфора является актуальной проблемой современного агропромышленного комплекса Российской Федерации, в том числе и Республики Татарстан.

1.3. Значение фосфора и фосфоритования в сельском хозяйстве

Научно-исследовательские работы известных ученых-агрохимиков Ф.Н. Сафиоллина (2018), А.А. Лукманова (2023), М.Ю. Гилязова (2023), Р.М. Миннуллина (2023), А.В. Погодиной (2023), Р.С. Шакирова (2023) направлены на решение вопросов оптимизации фосфорного режима зональных почв Республики Татарстан с учетом большого его значения в формировании высокопродуктивных агроценозов абсолютно всех возделываемых сельскохозяйственных культур на наших полях.

Известно, что фосфор является одним из основных питательных макроэлементов, который играет исключительно важную роль в фотосинтезе, делении и роста клеток, передаче наследственных признаков (генетической информации), ускоряет созревание растений, придает им устойчивость к полеганию и мн.др. (Сычев В.Г., Кирпичников Н.А., 2009; Шилов А.Н., Плотников А.М., 2012; 2014).

При недостатке фосфора растения прекращают свое развитие, нижние ли-

стья приобретают сизо-желтовато-пурпурный оттенок и спустя некоторое время высыхают. У зерновых культур плоды (зернышки) не только созревают позже, но и отличаются низкой массой 1000 семян (Чумаченко И.Н., 2002; Плотников А.М., 2011).

Накопление фосфора в растениях, особенно в репродуктивных органах, по мнению А.М. Плотникова (2016) подтверждает его физиологическую роль и значение в формировании урожайности возделываемых культур.

В фосфорном питании нуждаются все культуры, особенно растения из семейства бобовых. В золе люцерны посевной В.В. Добровольский (2006) обнаружил 4,7 фосфора против 2,1% в золе злаковых культур.

Фосфор огромное влияние оказывает на формирование корневой системы, усиливая их рост и развитие в глубину и ширину. В результате формирования широкоразветвленной глубокопроникающей корневой системы в опытах А.М. Плотникова (2019) продуктивность выщелоченного чернозема Курганской области увеличилась на 20-25%.

Научные сотрудники Н.А. Кирпичников и Л.К. Чернышкова ВНИИ агрохимии в длительных опытах, заложенных в 1966 г. в Московской области, также четко установили положительное влияние фосфора и фосфоритной муки на урожайность культур полевого севооборота. Во всех 4-х ротациях за эти годы валовой сбор зерновых единиц в варианте внесения азотно-калийных удобрений в сочетании с фосфоритованием составил 5,70 т/га против 3,58 т/га в контроле (без агрохимикатов). Однако замена фосфоритной муки двойным суперфосфатом оказалась более эффективной – прибавка 0,31 т/га ($60,1 - 57,0 = 0,31$ т/га).

Проблемами внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений и фосфоритной муки в Красноярском крае занимались Д.И. Еремин, Ю.П. Кибук (2017); А.М. Плотников (2019) в Зауралье; Е.М. Аксенов, Е.М. Ватанов, Ю.В. Баталин (2008) на востоке России; П.С. Колбакова (2019) в Оренбургской области; В.А. Рочев (1999) в Среднем Урале; Р.А. Султанов (2008) на Дальнем Востоке; Ю.А.

Усманов (1968) в Республике Башкортостан.

В Республике Татарстан наибольший вклад в развитие научно-обоснованной системы применения фосфоросодержащих удобрений внесли Ш.А. Алиев, В.З. Шакиров, С.Ш. Нуриев (2000), И.Д. Давлятшин (2010, 2019), А.А. Лукманов (2020) и мн. др.

Все они единогласно утверждают о наличии отрицательного баланса фосфора в почвах Российской Федерации – количество отчуждаемого фосфора превышает количество внесенного в 1,5-2,0 раза.

Поэтому возникает объективный вопрос «Если Россия входит в первую пятерку по запасам фосфоросодержащих руд и производству фосфоритных удобрений, то почему не может обеспечить бездефицитный баланс фосфора в своих пахотных землях (рис. 1).

По данным Американской геологической службы (Hoeft R., Resk T., 2000) мировые запасы фосфатов распределены крайне неравномерно. В трех странах (США, Китай и Марокко) сосредоточены 60% фосфоритных руд, и они же являются лидерами по добыче и поставке фосфоритных удобрений на мировой рынок. Россия по отмеченным показателям занимает 4 место (табл. 5).

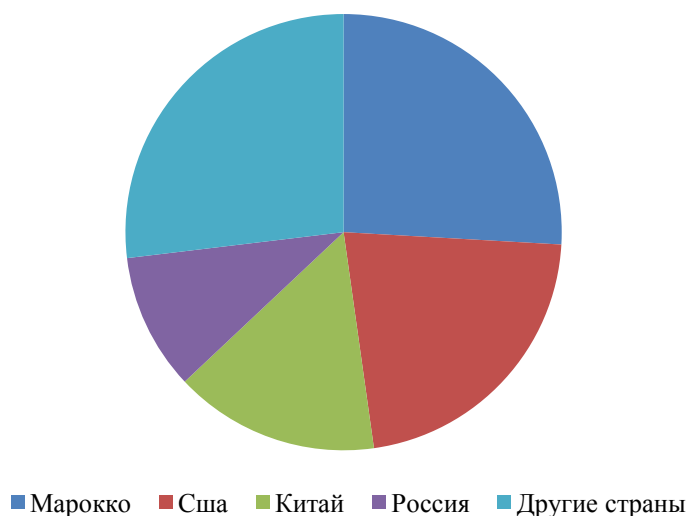


Рисунок 1. Распределение запасов фосфоритов по странам мира, млн. т P_2O_5

Таблица 5

Производство и потребление всех видов фосфорных удобрений (2010-2015 гг.)

Страна	Производство, млн. т	Качество, P ₂ O ₅ в %	Потребление, млн. т
США	43,97	29,4	45,0
Марокко	23,59	31,9	10,4
Китай	29,0	30,0	24,09
Россия	10,5	38,98	7,2
Тунис	7,96	30,0	6,3
Иордания	5,97	33,0	2,23
Бразилия	4,42	35,3	4,88
Сумма:	125,2	30,52 (без РФ)	103,31

Россия по концентрации фосфора в производимых удобрениях занимает 1-ое место – 38,98% действующего вещества, то есть в 100 кг фосфорных удобрений содержится почти 39 кг подвижного фосфора, что выше американских фосфатов на 9,58% д.в. ($38,98-29,4=9,58\%$). Из 10,5 млн. т производства фосфорных удобрений только 7,2% млн. т используется во внутреннем рынке, а 31,4% «мигрирует» в другие страны (в основном в недружественные). Поставляя такое огромное количество фосфорных удобрений в зарубеж, мы способствуем повышению плодородия почв своих конкурентов, а в будущем может быть и врагов. Поэтому было бы логично все азотно-фосфорно-калийные удобрения использовать внутри страны и экспортировать готовое зерно, лучше всего муку или же готовые к употреблению хлебо-булочные изделия.

Кроме того, в России имеются огромные запасы местных фосфорных агроруд, которые можно использовать в качестве фосфоритной муки с общими запасами 5 млрд. тонн. Так, в Поволжском регионе разведано 17 малых месторождений фосфатов.

В Татарстане среди них по содержанию подвижного фосфора отличается Ново-Шаймурзинский карьер – 22,5% д.в. против 9,6-14,7% д.в. в месторождениях фосфатов в Самарской области, 10,8-11,0% - в Волгоградской и 10,8-17,7% д.в. – Ульяновской областях и 14,6% д.в. в Чувашской Республике.

В связи с этим, сыромолотая фосфоритная мука Ново-Шаймурзинского

месторождения с балансовым запасом 1 млн. 560 тыс. т до перестройки активно использовали в Республике Татарстан и получали высокие результаты.

Так, первые опыты по сравнительной оценке эффективности применения Чувашских и Татарстанских фосфатов проводил профессор Б.И. Горизонтов с 1910 по 1935 годы на разных почвах с разными культурами. Результаты многолетних его исследований показали, что фосфоритная мука как Чувашского, так и Татарстанского происхождения не уступает промышленному суперфосфату и преципитату, а в некоторых случаях даже превосходит их. На подзолистых почвах фосфоритная мука 90 кг/га д.в. на фоне $N_{45}P_{60}K$ повысила урожайность картофеля на 0,37 т/га, а суперфосфат – 0,31. На темно-серых лесных почвах действие фосфоритной муки также проявляется, но несколько меньше (табл. 6).

Таблица 6

Краткая характеристика месторождений фосфоритов Поволжья

Название месторождения	Среднее содержание P_2O_5 , %	Балансовые запасы руды, тыс. тонн
Республика Татарстан		
Сюндюковское	10,6	746
Бессоновское	11,6	3020
Вожжинское	7,9	406
Ембулатовское	14,5	595
Малоцильнинское	14,7	500
Ново-Шаймурзинское	22,5	1560
Самарская область		
Кашпирское	9,6	2512
Батракское	14,7	14500
Волгоградская область		
Трехостерское	10,8	3300
Камышинское	11,0	12167
Ульяновская область		
Средне Алгашское	10,8	6094
Васильевское	10,3	534
Городищенское	19,3	222
Подгороненское	16,1	121000
Сурско-Мокшинское	17,7	121000
Сенгилеевское	17,5	275
Чувашская Республика		
Вурнарское	14,6	15450

На выщелоченных черноземах в 11-ти полевых опытах, проведенных также на фоне азотно-калийных удобрений, было получено от фосфоритной муки 2,88 т/га зерна яровой пшеницы, а от суперфосфата – 2,98 т/га (Ильин А.В., 2008).

С учетом высокой эффективности природного дешевого фосфорного удобрения (5 тыс. руб./т против 50 тыс. руб./т двойного суперфосфата) объемы фосфоритования в Республике Татарстан ежегодно увеличивались и в 1994 г. были доведены до 87 тыс. га.

Следует отметить, что рекордно высокая урожайность зерновых культур (3,81 т/га) в 1996 г. и валовые сборы зерна более 5 млн. т в последние годы являются результатом планомерной многолетней работы всех агрохимических служб Татарстана по известкованию, фосфоритованию, увеличению насыщенности пашни NPK (в 2023 г. она составила 82,1 кг/га д.в.) на больших площадях за ряд предшествующих лет. Тому подтверждение результаты исследований профессора Ш.А. Алиева (2005), проведенных в 1984-1993 гг. (табл. 7).

Таблица 7

Эффективность длительного применения разных доз сыромолотой фосфоритной муки

Варианты	Годы исследований, культура севооборота										В сумме за 10 лет	
	1984, сах. свекла	1985, гречиха	1986, яр. пшеница	1987, ячмень	1988, горох	1989, оз. рожь	1990, сах. свекла	1991, яр. пшеница	1992, ячмень	1993, горох	выход з.е., т/га	энергоотдача при- бавки, ед. энергии
Урожай на фоне НК, т/га												
НК-фон	18,2	1,08	3,32	1,69	1,99	1,76	21,8	1,69	2,26	2,30	3,75	-
Прибавка к фону НК, т/га												
НК + Pф ₂₀₀	3,6	0,08	0,13	0,10	0,17	0,07	0,8	0,04	0,03	0,14	2,5	4,1
НК + Pф ₄₀₀	4,6	0,22	0,49	0,28	0,44	0,22	1,9	0,12	0,06	0,26	4,9	4,0
НК + Pф ₆₀₀	3,5	0,26	0,63	0,31	0,56	0,34	2,4	0,25	0,15	0,33	5,9	3,2

В опытах профессора Ш.А. Алиева все дозы фосфоритной муки обеспечили дополнительное получение зерновых единиц от 2,5 до 5,9 т/га за 10 лет.

Доктор биологических наук, профессор Казанского сельскохозяйственного института им. М. Горького Самуилов Ф.Д. в 70-ые годы прошлого столетия в вегетационных опытах установил наличие тесной корреляционной зависимости урожайности яровой пшеницы, ярового ячменя и овса от степени насыщения серой лесной почвы фосфоритной мукой (рис. 2).

Было установлено резкое повышение урожайности всех 3-х культур в градации содержания доступного фосфора от 100 до 140 мг/кг почвы: урожайность зерна ярового ячменя повышалась от 1,25 до 3,4 т/га, яровой пшеницы – от 1,0 до 2,6 и овса – от 0,8 до 1,8 т/га.

При дальнейшем повышении концентрации подвижного фосфора (P_2O_5) в почвенном растворе (180 мг/кг почвы) урожайность объектов исследований также возрастала, но незначительно по сравнению с фонами 140 и 160 мг/кг почвы.

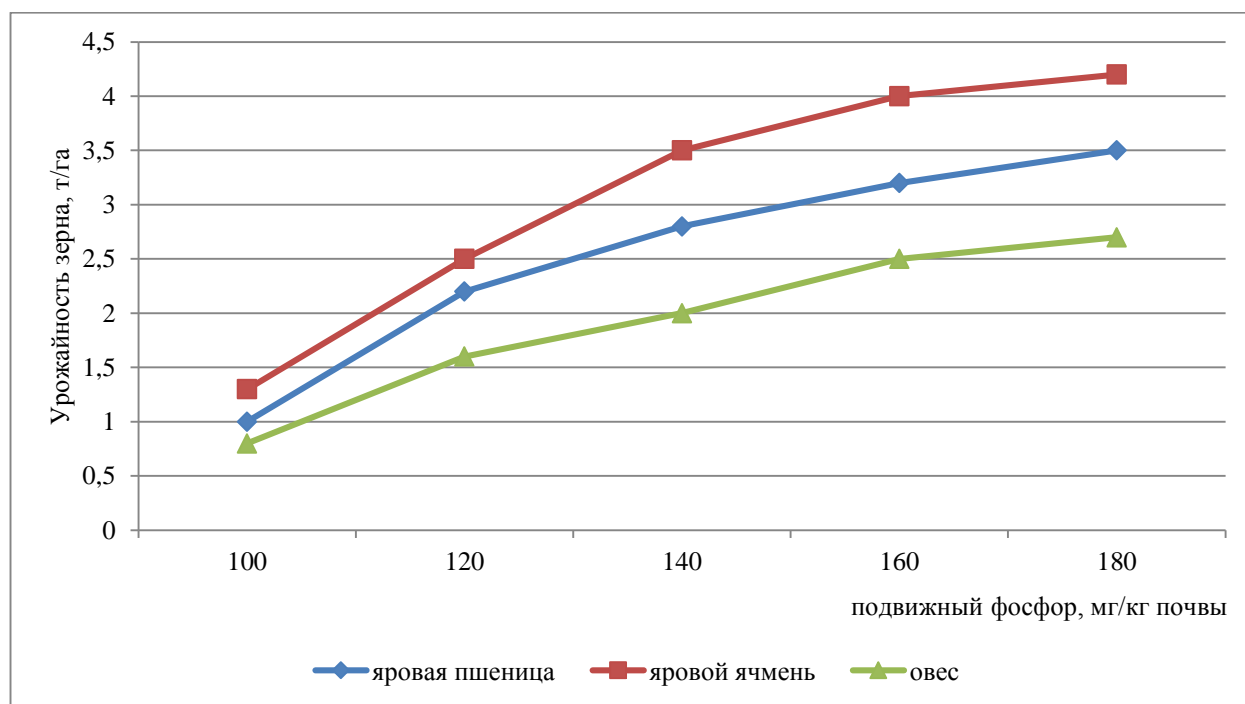


Рисунок 2. Взаимосвязь между урожайностью сельскохозяйственных культур и содержанием подвижного фосфора в серых лесных почвах

Высокая эффективность фосфоритов видимо объясняется тем, что в их состав входят доломит ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$), кальцит ($CaCO_3$), глауконит ($(K, H_2O)(Fe^{3+}, Al, Fe^{2+}, Mg)_2 [Si_3AlO_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$), окиси натрия (Na_2O), калия (K_2O),

магния (MgO), железа (Fe_2O_3), двуокись кремния (SiO_2), калийный сильвин (KCl), шениты ($K_2Mg(SO_4)_2$), сыннырит (K, Na, Al, SiO_2) и др. (Карентина Л.Б., Байкенова Ю.Г., 2016; Кобякова Т.И., Уфимцева Л.В., 2018).

Для сравнения отметим, что, по мнению К.Е. Стекольниковой, И.С. Горба, О.М. Кольцевой (2013), В.Г. Небытова (2017) при производстве гранулированных фосфорных удобрений удаляются многие полезные для растений вещества. По этой причине во всех регионах в 1980-1990 гг. применение фосфоритной муки стало основой формирования бездефицитного баланса фосфора в почвах России с наименьшими материально-техническими затратами и высокими экономическими показателями (Валынкина О.В. и др., 2017; Кирпичников Н.А., Чернышкова Л.Б., 2017; Кобякова Т.И., Уфимцева Л.В., 2017, 2019).

Факт положительного влияния фосфоритной муки на урожайность сельскохозяйственных культур оспорить невозможно. Но в отличие от промышленного фосфорного удобрения влияние фосфоритов проявляется не в год внесения, а в течение более длительного времени. Основоположники фосфорного питания растений А.Н. Лебедев (1912), Д.Н. Прянишников (1923), А.В. Козаков (1925), А.Д. Архангельский (1928), К.К. Гедройц (1931) этот период оценивали от 14 до 75 лет. Поэтому фосфоритную муку они рассматривали в качестве агроулучшителя, то есть в качестве материала, который коренным образом улучшает качество почвы на долгие годы вперед, а современные ученые склонны считать фосфоритную муку минеральным удобрением. Такое расхождение мнений связано с возможностью совместного использования фосфоритов с известкованием и внесением азотно-калийных удобрений. То есть, фосфоритная мука, внесенная отдельно – это агроулучшитель, а совместно с другими химикатами – это удобрение. Поэтому среди ученых и практиков нет пока единого мнения. Несмотря на это одно остается неизменным – повышение продуктивности всех без исключения сельскохозяйственных культур после фосфоритования всех типов почв Российской Федерации, в том числе и Республики Татарстан.

1.4. Комплексное применение агроメリорантов и минеральных удобрений – основа дальнейшего развития агропромышленного комплекса субъектов Российской Федерации

Главным индикатором плодородия почвы является растение и его потребности в почвенных элементах питания, которые в большей степени регулируются внесением всевозможных удобрений (органические, минеральные, биологические и мн.др.). Поэтому основоположник советской агрохимии академик Дмитрий Николаевич Прянишников (1940) рекомендовал изучать растения, почву и удобрения в их взаимоотношении и взаимной связи. Подчеркивая это, он изображал науку агрохимию в виде треугольника (рис. 3).

Двойные стрелки этого треугольника означают обоюдное влияние каждого из этих объектов (или факторов) на остальные два.

На вершине треугольника размещается растение, продуктивность которого зависит от плодородия почвы и величины вносимых удобрений.



Рисунок 3. Треугольник Д.Н. Прянишникова (1940)

Трудность решения этого вопроса связана с тем, что исследователь имеет дело со многими процессами, одновременно происходящими в разных сферах – в растении, в почве и в атмосфере – и сильно влияющими друг на друга и на состояние растений, а в конечном счете – на их урожай. Следовательно, наиболее успешным может быть только комплексный путь изучения этого вопроса: посредством параллельных учетов. В нашем случае фосфоритование, известкование и внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений, рассчитанных на полу-

чение планируемой урожайности.

Разнообразные методы анализа почв на содержание в них питательных веществ позволили вскрыть ряд важных свойств почв, их значение в подвижности питательных элементов, а также закономерности в плодородии зональных почв нашей страны.

Кроме того, важно знать – какие были условия в течение вегетации и в какой мере они соответствовали требованиям формирования высокого урожая. Известно, что растение требует разных условий в разные периоды его жизни. Следовательно, плодородие почвы должно быть динамичным и его изменения должны наилучшим образом соответствовать потребностям возделываемых растений в ответственные периоды развития их органов, определяющих урожай. Нельзя решить эту задачу без изучения роли питания в формировании урожая и без умения контролировать обеспеченность питанием растений по периодам вегетации. Причем контроль обеспеченности почвенным питанием растений включает в себя не только химический анализ растений, но и учет роста растений. Отсюда возникают сложные задачи: необходимо знать в каждом случае как формировался урожай в течение вегетации, когда и какие факторы оказались решающими, уметь контролировать этот процесс, а также направлять таким образом ход развития растений, чтобы при этом были наиболее полно мобилизованы все потенциальные возможности растения.

Такую архиважную, но сложную задачу можно выполнить только на основе проведения долголетних методически выдержанных полевых опытов с учетом почвенно-климатических условий конкретного региона такой огромной страны – как Российская Федерация. Полевые опыты с удобрениями обеспечивают возможность получения более полного ответа на вопрос – что требуется определенному виду и сорту растения в каждом конкретном случае при выращивании на конкретной почве. При этом необходимо сочетание трех слагающих агрохимии: агрохимические показатели почвы, удобрений и растений по фазам их развития. Только в этом случае исследователь может определить, ка-

кое количество элементов питания имеется в почве и сколько требуется конкретной культуре в отдельные фазы ее развития.

В целом, корневое питание растений является мощным фактором в руках человека как в силу возможности его регулировать, так и в силу большой роли условий питания во всей жизнедеятельности растения. В связи с этим плодородие почв должно наилучшим образом соответствовать требованиям растений в течение всего периода вегетации. Как известно, плодородие почвы складывается из многих показателей, среди которых особое значение имеют легкогидролизуемый и другие формы почвенного азота и обменного калия. Если один из этих основных элементов питания находится в минимуме, то другой элемент не может оказать положительное влияние на рост и развитие возделываемой культуры. В переводе на русский язык означает, что эффект известкования и фосфоритования без обогащения почвы азотом и обменным калием будет минимальным или нулевым. Закон земледелия незаменимости факторов внешней среды человек не должен игнорировать, если он хочет получить как можно больше продукции с единицы площади. При выполнении условий закона незаменимости факторов мы плавно переходим к второму закону земледелия «Закон взаимодействия факторов», то есть один фактор усиливает действие другого фактора. Например, от 100 кг д.в. азотных удобрений мы можем получить дополнительно 500-600 кг зерна яровой пшеницы, тогда как внесение этой же нормы азота на известкованных и фосфоритованных землях прибавка урожайности возрастет в 1,5-2,0 раза (0,75-1,0 т/га).

Вот почему человек должен оптимизировать плодородие почвы по всем элементам питания, включая комплексное применение агроулучшителей и минеральных удобрений не по принципу «кашу маслом не испортить», а направляя свои усилия на получение запланированной урожайности культур полевого севооборота с учетом зональных особенностей почвенного покрова, в нашем случае основных 3-х типов: выщелоченные черноземы, темно-серые и серые лесные почвы.

По изучению роли основных элементов питания растений проведено огромное количество исследований и опубликовано множество научных статей, монографий и учебников по агрохимии (Муравин Э.А., 2010; Титова В.И., 2021; Ягодин Б.А., 2023 и мн.др.). Например, И.Н. Чумаченко, В.Я. Обущенко, В.Н. Карпова и др. (2002) в монографии «Агрохимическая оценка состояния плодородия почв и эффективность применения удобрений в Среднем Заволжье» подробно изложили влияние длительного применения разных норм минеральных удобрений на продуктивность 1 га севооборотной площади (табл. 8).

Одной из причин получения столь скромных урожаев по двум ротациям полевого севооборота (1,60-3,35 т/га зерновых единиц) на выщелоченных черноземах Среднего Заволжья, по всей вероятности, является отсутствие в сложных удобрениях обменного калия, низкое содержание фосфора (10-12%) и излишняя для таких почв концентрация азота (42-52%). То есть при недостатке калия эффективность азотных удобрений незначительна. При анализе данных таблицы 8 возникает вопрос о кислотности почвы. Нуждался ли выщелоченный чернозем в известковании? К сожалению, этот вопрос в монографии остался открытым.

Таблица 8

Влияние длительного применения простых форм и сложных удобрений на продуктивность 1 га севооборотной площади и оплату питательных веществ

Варианты опыта	Средняя продуктивность за ротацию, т/га з.ед.		Средняя оплата 1 кг д.в. NPK продукцией, кг з.ед.	
	1	2	1	2
Без удобрений	1,26	1,60	7,9	8,1
NPK (простые формы удобрений)	2,56	2,84	8,2	9,2
NPK (диаммофос)	2,23	3,13	8,7	9,7
NPK (аммофос)	2,80	3,35	10,5	10,3

Исследования по оценке известкования, также известкования в сочетании с фосфоритованием и с последующим ежегодным внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемые урожайности зерна яровой пшеницы

Тулайковская 3, 4, 5 т/га на выщелоченных черноземах были проведены А.А. Лукмановым в 2016-2020 гг. на полях ООО «Авангард» Буинского муниципального района Республики Татарстан. Проведенные многолетние стационарные полевые опыты, положительные результаты производственной их проверки и внедрение в сельскохозяйственное производство позволили разработать автору следующие объективные выводы:

- по мере повышения норм внесения минеральных удобрений урожайность яровой пшеницы возрастает;

- урожайность зерна яровой пшеницы возрастает пропорционально нормам внесения минеральных удобрений. Однако максимальная окупаемость NPK отмечается в варианте внесения NPK на планируемую урожайность 4,0 т/га зерна объекта исследований;

- эффективность применения минеральных удобрений возрастает на фоне известкования и фосфоритования слабокислых выщелоченных черноземов, обеспечивая в среднем за 5 лет 3,77 т/га зерна вместо планируемого 4,0 т/га с самой высокой стабильностью урожая по годам исследований (индекс стабильности 0,16-0,18);

- известкование (5 т/га), фосфоритование (1 т/га) и ежегодное внесение NPK на планируемую урожайность 4,0 т/га обеспечивало получение 18,8 тыс. руб./га чистой прибыли с рентабельностью производства зерна яровой пшеницы 51,1% против 25-28% в среднем по Республике Татарстан в эти же годы;

- комплексное применение агроулучшителей и минеральных удобрений стало основой бездефицитного баланса гумуса (101,5% к исходной почве), подвижного фосфора (102,7%) и обменного калия (100%).

В заключение автор монографии «Ресурсный потенциал выщелоченных черноземов Среднего Поволжья» утверждает, что их можно рационально использовать бесконечно множество лет.

Самым изученным основным элементом питания стал азот и его составляющие. Отечественные (Кореньков Д.А., 1999; Гамзиков Г.П., 2013; Дмитриев

Н.Н., 2015) и зарубежные (Viztanen A.J., 1981; Mengel K., 1985; Schon M., Niederbudde E.A., Mankon A., 1986) ученые, оценивая значение азота, писали, что азот – это белок, а белок – основа жизни на земле. Вместе с тем, М.М. Умаров, А.В. Кураков, А.Л. Степанов (2007), Г.П. Гамзиков (2013), Н.Н. Дмитриев (2015) предупреждают о необходимости снижения расчетных норм азотных удобрений на 15-20% после известкования средне- и слабокислых почв. В противном случае, по их мнению, высока вероятность накопления излишнего количества нитратов в производимой продукции, хотя с точки зрения накопления гумуса высокие нормы внесения азотных удобрений весьма полезны (Вальцев И.Г., Давлятшин И.Д., Фасхутдинов Ф.Ш., 2003). Такие противоречивые суждения по одному и тому же элементу питания еще раз подтверждает важность проведения дополнительных научно-исследовательских работ по зонам Российской Федерации поскольку, что годится в Тамбовской губернии, не годится для Казанской (Ленин В.И., 1922).

В питании растений исключительно большую роль играет калий, поскольку он входит в состав биофильных макроэлементов и обуславливает осмотическое давление, придавая растениям устойчивость к полеганию. Более того, накопление крахмала в клубнях картофеля, сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы и углеводов в зернах яровой пшеницы, озимой ржи, фуражного ярового ячменя зависит от уровня содержания калия в почве. Вместе с тем калий способствует формированию плодоземелентов всех культур, особенно массы 1000 семян озимых и яровых зерновых культур (Лапа В.В., Рака М.В., Иванченко Н.Н., 2009; Корчагин А.А., 2018; Алиев Ш.А., 2019; Лукманов А.А., Ивойлов А.В., 2023 и др.).

Академик РАН В.Г. Сычев (2003) отмечает, что калий в почве содержится в двух формах – водорастворимая и обменная, и они легко переходят из одной формы в другую. Количество вышеотмеченных форм калия зависит от почвообразующей породы и условий выветривания. В среднем в Республике Татарстан 610,6 тыс. га имеют среднюю обеспеченность калием, на долю повышен-

ной обеспеченностью приходится 1334,5 тыс. га, высокую – 1214,0 тыс. га и очень высокую – 350,6 тыс. га.

Достаточно высокая обеспеченность почв обменным калием не является основанием отказа от применения калийных удобрений. Анализ многочисленных работ ученых, занимающихся калийным режимом почвенного покрова России показывает увеличение продуктивности возделываемых культур не менее 15-20% (Агофонов Е.В., 2010; Аканова Н.И., 2001; Алиев Ш.А., 2000; Яппаров А.Х., Биккинина Л.М.-Х., Яппаров И.А., 2015; Чекмарев П.А., Лукманов А.А., Давлятшин И.Д., 2015).

Заключение

Несмотря на давнюю историю известкования, фосфоритования кислых почв и применения расчетных норм минеральных удобрений, наличие огромного количества научных публикаций, монографий, учебных пособий, защищенных кандидатских и докторских диссертаций, многие аспекты анализируемой проблемы нуждаются в дополнительном изучении. В частности, совершенно не исследованы проблема известкования и фосфоритования слабокислых черноземов, так как до последнего времени нуждаемость черноземных почв в химической мелиорации считалось спорным из-за высокой буферности к изменению кислотных свойств.

Одним из нерешенных вопросов является проблема целесообразности известкования среднекислых почв (рН 5,4-5,5).

Не исследованы также характер и направленность изменения физико-химических свойств почв и вопросы периодичности повторного известкования в зависимости от почвенного покрова региона проведения исследований. Не решены проблемы взаимодействия известкования с фосфоритованием и внесением расчетных норм минеральных удобрений на основных зональных почвах лесостепи Среднего Поволжья, в том числе и Республики Татарстан. Не изучено влияние комплексного применения агроメリорантов и минеральных удобрений на качество производимой продукции.

Все вышеизложенное стало основой выбора направления исследований соискателя настоящей диссертационной работы, поскольку одной из важнейших задач современного агропромышленного комплекса является воспроизводство и рациональное использование главного средства производства в сельском хозяйстве – плодородия почвы.

Глава II. УСЛОВИЯ, МЕСТО, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Краткая характеристика зональных почв лесостепи Среднего Поволжья (на примере Республики Татарстан)

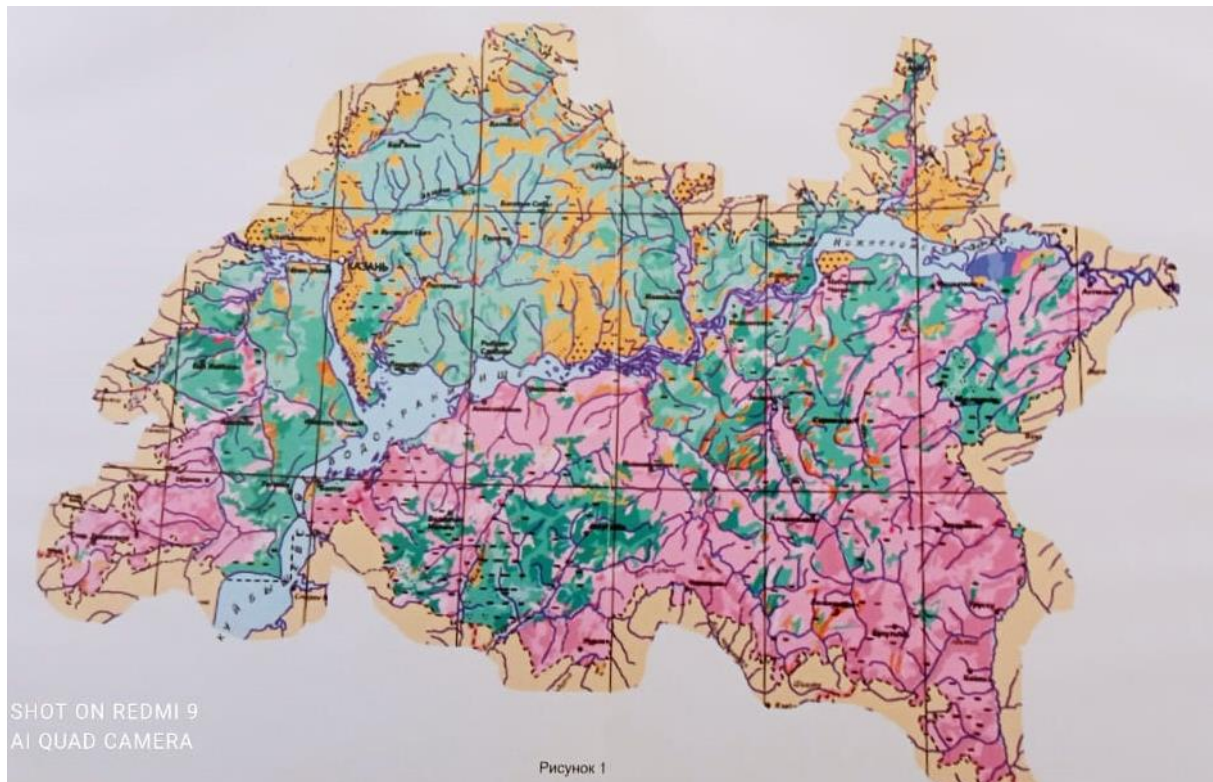
Республика Татарстан по широте ($53^{\circ}58'$ - $56^{\circ}39'$) расположена в северной части Среднего Поволжья в месте слияния крупнейших рек Российской Федерации – Волги и Камы. По долготе ($47^{\circ}15'$ - $54^{\circ}18'$) ее территория отодвинута ближе к Среднему Уралу. Расположение территории республики на стыке двух растительных зон (Среднее Поволжье – лесостепная, а Средний Урал – лесная зона) обуславливает большое разнообразие и пестроту почвенного покрова.

Земельный фонд Республики Татарстан составляет 6784,7 тыс. га, сельскохозяйственные угодья занимают 4572,2 тыс. га, в том числе пашня 3400 тыс. га, земли водного фонда, включая болота – 535,7 тыс. га, на долю земель лесного фонда, включая древесно-кустарниковую растительность приходится 1297,1 тыс. га, другие угодья – 379,7 тыс. га.

Вся территория республики делится на 4 агропроизводственные зоны. Северная часть реки Камы называется Предкамской зоной (самая большая зона по площадям серых лесных почв). От места слияния Волги и Камы к западу начинается территория Предволжской зоны, в которой преобладают разновидности черноземов (больше всего выщелоченных) и частично встречаются темно-серые лесные почвы. В Западном Закамье (от реки Кама к южной границе Татарстана) больше всего распространены темно-серые лесные почвы. В остальных двух зонах (Восточное и Юго-Восточное Закамье) встречаются 2 типа почв: дерново-карбонатные и выщелоченные черноземы. В этих зонах площади выщелоченных черноземов больше по сравнению с дерново-карбонатными почвами (карта 1).

В зависимости от зональных особенностей почв изменяется характер и способы использования земельных ресурсов, специализация сельскохозяйственных формирований, набор и технология возделывания сельскохозяйственных культур, самое главное, меры, применяемые по повышению плодородия.

дия почв и охраны главного богатства нашей страны – земли. В связи с этим целесообразно в краткой форме ознакомиться с основными свойствами зональных почв.



Карта 1. Почвенный покров Республики Татарстан

Серые лесные почвы. По данным ОАО «Республиканский кадастровый центр», на основании которых готовится Государственный доклад о состоянии и использовании земель Республики Татарстан (2020), в общей площади земель серые лесные почвы занимают 34,7% (1617,8 тыс. га).

Они сформированы в результате опадания и разложения листьев, веток, древесной коры смешанных лесов с травянистым покровом, где главные породы деревьев (ель, пихта, сосна) смешаны с сопутствующими лиственными породами: береза, осина, липа, клен. В этих лесах второй ярус занимают такие кустарники как рябина, лещина, ольха, черемуха, дикие виды смородины, малины, шиповника и травяная растительность находит себе место в нижнем ярусе леса. На севере Предкамской зоны (ближе к Пермскому краю) преобладают хвойно-мелколиственные леса, но по мере продвижения в южном направлении

состав леса резко меняется – хвойные породы вытесняются лиственными деревьями (Попов п.Д., 2001; Филок И.И., Шелков И.А., 2002).

Верхняя часть почвенного профиля имеет ореховато-призматическую структуру с темно-бурыми затеками, а нижняя часть содержит 25-35% илистых частиц. Поэтому серые лесные почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом с плотностью сложения 1,25 и более г/см³.

Серые лесные почвы в пахотном горизонте 20-22 см содержат 2,5-3,5% гумуса по Тюрину, а в нижних горизонтах (22-26 см) его количество снижается до 2,0-2,2%. Поэтому углубление пахотного слоя почвы должно проводиться без оборота пласта, чтобы не поднять вверх низкоплодородную почву.

Кислотность серых лесных почв Татарстана имеет широкий диапазон – от сильноокислых (рН 4,1-4,5) до близко к нейтральным (рН 5,6-6,0). Благодаря интенсивному известкованию кислых почв в анализируемой зоне практически отсутствуют очень сильноокислые почвы с рН<4,0 и существует устойчивая тенденция сокращения площадей сильноокислых почв (рН 4,1-4,5).

Серые лесные почвы Татарстана в среднем содержат 120-150 мг/кг подвижного фосфора, что соответствует повышенной степени обеспеченности по методике классификации, разработанной Кирсановым. Такая высокая обеспеченность серых лесных почв фосфором объясняется интенсивным применением минеральных удобрений в «золотом веке химизации» (80-90-ые годы прошлого столетия). К сожалению, в последние годы по фосфорному режиму серых лесных почв складывается отрицательный баланс – вынос больше по сравнению со статьями прихода.

Кроме минеральных и органических удобрений на содержание подвижного фосфора оказывает большое влияние кислотность, гранулометрический состав, гумусированность, водный и температурный режим почвы (Красницкий В.М., 1999; Нуриев С.Ш., 2000, 2003). Так, по утверждению профессора Казанского ГАУ М.Ю. Гилязова (2001, 2003) в нефтезагрязненных черноземах при повышении температуры почвы увеличивается содержание подвижного фосфо-

ра, что объясняется усилением микробиологических процессов.

Основоположники фосфорного питания растений (Кирсанов А.Т., 1938; Чириков Ф.В., 1956) предполагали, что положительное действие гумусированности почвы на подвижность фосфора связано со способностью органического вещества нейтрализовать в кислых почвах алюминий и железо. При этом органические кислоты, содержащиеся в составе гумуса, стимулируют переход труднодоступных форм фосфата в подвижные формы.

При анализе фосфорного режима серых лесных почв нельзя также упускать значение биологических особенностей возделываемых культурных растений, поскольку выделения корневых систем некоторых культур (яровой рапс, сурепица, рыжик масличный, бобовые многолетние травы) способны растворять труднодоступные формы фосфора. По этой причине динамику фосфорного режима почвы необходимо изучать не под отдельно взятой культурой, а в звене полевого севооборота в зависимости от зональных особенностей почвенного покрова, что было сделано в настоящей работе.

Валовое содержание обменного калия в серых лесных почвах Татарстана в прошлом столетии превышало запасы азота и фосфора, так как материнские породы более богаты этим элементом питания. И.Д. Давлятшин и А.А. Лукманов (2016) в книге «Агрохимические факторы, атмосферные осадки и урожайность яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья» отмечают, что в процессе выветривания слагающих пород происходит разрушение первичных минералов и калий высвобождается из кристаллической решетки в виде калия почвенного раствора, обменного калия и фиксированного калия. Для растений более доступен обменный калий.

В первом цикле агрохимического обследования серых лесных почв Татарстана (1964-1970) средневзвешенное значение обменного калия составило всего 89,3 мг/кг. Как отмечают авторы 34,4 тыс. га пашни Предкамской зоны имели очень низкое содержание этого элемента, 338,5 тыс. га – низкое, 550,8 тыс. га – среднее содержание. В настоящее время содержание обменного калия

в серых лесных почвах состоит из двух групп обеспеченности: 80-120 мг/кг почвы – средняя обеспеченность (62% от общей площади) и 120-170 мг/кг - повышенная обеспеченность (30%), хотя встречаются островки как с очень низким, так и очень высоким содержанием этого элемента питания.

Темно-серые лесные почвы Татарстана занимают промежуточное положение между черноземами и серыми лесными почвами и в них присутствуют признаки, характерные и черноземам, и серым лесным почвам. Так, значительное содержание гумуса, высокая степень насыщенности почвы основаниями, устойчивая ее буферность, слабая дифференциация почвенного профиля тонкодисперсными фракциями характеризуют черноземный тип.

На основе их формирования лежит дерновый процесс, который обосновал В.Р. Вильямс (1952). Лесистость Древней Руси составляла 50 и более процентов. Лес веками создает рыхлую подстилку, которая впитывает большое количество талых вод и дождевые осадки. При этом испаряемость полностью исключается, кроме транспирационного расхода влаги. По этой причине сначала засухоустойчивые, а потом полностью древесная растительность меняется на травянистую. В процессе их минерализации создаются темно-серые лесные почвы с содержанием гумуса 3,5-5,0%, подвижного фосфора – 130-150 мг/кг и обменного калия – 150-165 мг/кг почвы. Степень насыщенности емкости катионного обмена варьирует в диапазоне 80-90%. Гидролитическая кислотность близка к оптимальным условиям большинства сельскохозяйственных культур, за исключением растений из семейства бобовых, что несомненно обусловлено периодическим их известкованием в последние 49 лет (начиная с 1964 г.).

Площади темно-серых лесных почв ограничены, и они занимают 8,3% от общей площади пашни Татарстана – 282,2 тыс. га.

Однако у темно-серых лесных почв есть одно преимущество по сравнению с серыми лесными почвами – средняя наименьшая влагоемкость, которая определяется методом заливных площадок, доходит до 29-30%, а плотность сложения на глубине 0-30 см составляет 1,20-1,25 г/см³. Следовательно, темно-

серые лесные почвы способны удерживать в своем составе 29-30% влаги, которая накапливается за счет осадков в течение вегетационного периода и весеннего снеготаяния. Для сравнения отметим более низкие показатели серых лесных почв: НВ – от 25 до 26%, плотность сложения 1,25-1,30 г/см³. Способность темно-серых лесных почв больше накапливать влагу и удерживать ее в своем составе длительное время являются очень важными показателями для Республики Татарстан с низкой и неустойчивой влагообеспеченностью.

Черноземы обладают самым высоким естественным плодородием, формируются в двух почвенно-географических зонах – лесостепной и степной. Российской Федерации принадлежит около половины площади черноземов мира.

Материальной основой естественного плодородия почв является содержание гумуса, которое в черноземах достигает до 10-15%. Накопление такого количества гумуса связано с наличием растительных остатков, особенно подземной массы, то есть корней. Образование гумуса происходит при участии почвенной микрофауны – грибов, бактерий. В дальнейшем синтезированные органические кислоты, нейтрализуясь катионами щелочноземельных элементов, переводятся в менее подвижное состояние. Имеющий место засушливый период в теплое время года содействует формированию более устойчивых органо-минеральных гумусовых комплексов. В последующем этот процесс продолжается в зимнее время при низких температурах.

Наиболее оптимальные условия накопления гумуса наблюдаются в черноземах типичных лесостепной зоны. Севернее и южнее этой полосы условия накопления соответственно ухудшаются из-за недостаточного увлажнения.

Из изложенного следует, что для черноземов интегральными показателями являются профильное распределение гумуса и карбонатов, которое объясняется географическим положением, обуславливающим своеобразное сочетание теплового и водного режима, обеспечивающее устойчивое сохранение специфического органического вещества.

В республике по мере движения с севера на юг встречаются черноземы оподзоленные, черноземы выщелоченные и типичные. В связи с этим они были подробно рассмотрены отдельно в учебном пособии «Зональные особенности почвенного покрова Республики Татарстан и приемы оптимизации химической мелиорации земель сельскохозяйственного назначения», соавтором которого является соискатель.

Черноземы оподзоленные являются самым северным подтипом и формируются в условиях периодически промывного водного режима под покровом широколиственных «травянистых лесов» (Добровольский и др., 1998). К настоящему времени они почти вырублены, отдельные массивы сохранились лишь на элементах рельефа, непригодных для освоения под земледелие.

Черноземы оподзоленные представляют переходной подтип. На фоне дернового процесса, который формирует гумусовый профиль, протекают процессы, приводящие к дифференциации тонкодисперсной, особенно коллоидной фракции гранулометрического состава. Безусловно, при этом наблюдаются как выщелачивание, так и слабый подзолистый процесс. Признаком последнего является наличие осветления в нижней части горизонта А и верхней части горизонта АВ. Материально процесс отражается мучнисто-белесой присыпкой окислов кремнезема на гранях структурных отдельностей.

В составе земель сельскохозяйственного назначения черноземы оподзоленные занимают 299,4 тыс. га. Наибольшие площади находятся в Аксубаевском (26,6 тыс. га), Алексеевском (23,5 тыс. га), Алькеевском (19,0 тыс. га), Спасском (16,3 тыс. га), Чистопольском (13,1 тыс. га), Апастовском (13,0 тыс. га), Заинском (10,7 тыс. га), Нурлатском (10,0 тыс. га) районах. В остальных районах Закамья, Предволжья они занимают от 5,0 до 10,0 тыс. га (Тетюшский, Буинский, Актанышский, Мензелинский, Новошешминский, Нижнекамский, Дрожжановский). В 25 районах площади черноземов оподзоленных изменяются от сотен до 5 тысяч гектаров, а в 3 районах они вовсе отсутствуют (Кукморский, Пестречинский и Сабинский).

Контура черноземов оподзоленных, как правило, соседствуют с контурами темно-серых, серых лесных почв, с одной стороны, и с контурами черноземов выщелоченных, с другой.

Черноземы оподзоленные обычно занимают выровненные плато, нижние части пологих склонов, занимают равнинные участки, прилегающие к руслам реки Волги и Камы в Западном Закамье.

Черноземы выщелоченные являются наиболее распространенным подтипом по республике. Общая площадь составляет 1008,6 тыс. га. Из них 80,5 тыс. га расположены в Чистопольском районе, в Буинском – 71,6, Альметьевском – 57,4, Алексеевском – 55,4, Новошешминском – 54,8, Актанышском – 52,8, Дрожжановском – 52,0, Азнакаевском – 48,9, Лениногорском – 47,2, Сармановском – 44,6, Нурлатском – 44,2, Алькеевском – 38,2, Бугульминском – 36,7, Мензелинском – 39,1, Муслумовском – 31,6, Спасском – 31,4, Тукаевском районах – 30,2 тыс. га.

Выщелоченные черноземы в Заинском, Бавлинском, Аксубаевском, Апастовском, Кайбицком, Нижнекамском, Ютазинском районах занимают от 5 до 30 тыс. га пашни.

Черноземы типичные представляют подтип южной подзоны лесостепной зоны, имеют относительно небольшое распространение в республике с площадью 245,8 тыс. га. Если эту площадь расширить за счет карбонатного рода, она доходит до 435,2 тыс. га. Они распространены в наибольшей степени в южной части республики в пределах Закамья и Предволжья.

Среди черноземов типичный подтип считается эталоном, которому свойственны все процессы, характерные для процесса черноземообразования. Соответственно они имеют наиболее высокие показатели содержания гумуса и мощности гумусового горизонта.

Почвенный покров нашей республики включает более 20-ти подтипов почв, представленных на рисунке 4.

Среди них на долю серых лесных, темно-серых и черноземов приходится

более 80% почв Республики Татарстан со среднесуглинистым гранулометрическим составом.



Рисунок 4. Подтипы почв Республики Татарстан

Черноземы не только называют, но и действительно являются «золотым земельным фондом» и считалось, что они не нуждаются в первоочередном известковании, тем более фосфоритовании и внесении минеральных удобрений. При таком отношении черноземы быстро теряют свое естественное плодородие, уменьшается мощность пахотного слоя в результате усиления эрозионных процессов (ветровая, водная, техническая, ирригационная и др.). Например, в начале 90-ых годов прошлого столетия специалистам агропромышленного комплекса показывали закрытый документальный фильм «Железные всходы». Суть фильма заключается в том, что пытливый агроном забил в украинский чернозем железные штыри на уровне земли. Через 10 лет они оголились на 2 см. Отсюда название «Железные всходы». И так, куда исчезли 2 см чернозема и, по какой причине? Как указывают авторы фильма – причина одна, это результат неправильной хозяйственной деятельности человека.

Следовательно, если мы не изменим свое отношение к черноземам, не будем возвращать то, что отчуждается с урожаем, не будем бороться со всеми видами эрозии и будем стараться получать как можно больше растениеводческой продукции, то большинство черноземов России через 200-250 лет превратятся в серые лесные почвы.

2.2. Рельеф территории

Республика Татарстан занимает часть Восточно-Европейской или Русской равнины, средняя высота которой 170-180 м над уровнем моря. Равнинность – характерная черта строения рельефа республики. Однако отдельные части ее территории заметно отличаются по высоте, преобладающим формам рельефа и составу слагающих пород.

Центральная и южная части республики характеризуются низменным рельефом. Наиболее низкими высотами, не превышающими 50-100 м, и ровной поверхностью выделяется левобережье Волги ниже устья Камы. Это часть так называемого Низменного Заволжья.

Территорию республики по крупным чертам рельефа можно поделить на пять частей:

1. Юго-Западная часть или Предволжье, занятая окраиной Приволжской возвышенности с двумя поверхностями выравнивания: средней и нижней. Возвышенность расчленена речными долинами системы Свияги. Внешний приподнятый край возвышенности представляет собой крутой и сильно расчлененный коренной берег Волги.

2. Северная часть республики (Предкамье), рельеф которой сходен с рельефом Предволжья по ярусному строению и степени расчлененности. Поверхность Предкамья состоит из речных долин и невысоких увалообразных возвышенностей, которые образуют второй ярус рельефа.

3. Юго-Восточная часть республики (Восточное Закамье), большая часть которой занята Бугульминско-Белебеевской возвышенностью. Рельеф сложный, местами сильно расчлененный, местами выравненный. Сама возвышенность имеет двухъярусное строение. На поверхности верхнего плато расположены высшие точки республики – 300-321 м над уровнем моря. Самой высокой точкой Татарстана является Чатыр Тау (фото 1) с высотой 334,5 м над уровнем Балтийского моря.



Фото 1. Гора Чатыр Тау

Он расположен в Азнакаевском районе Республики Татарстан, имеет статус государственного природного заказника, охраняется колония сурков, байбаков и редкие виды растений, занесенные в Красную книгу.

4. Южная часть республики (Западное Закамье), занятая низменностью, является частью Низменного Заволжья. Низменная равнина представляет собой чередование низких слабо расчлененных водоразделов (нижняя поверхность выравнивания) и речных долин с хорошо развитыми террасами.

5. Долины рек Волги, Вятки и Белой имеют несимметричное строение, с высокими и крутыми коренными правыми и низкими пологими левыми склонами. Широкие участки долин чередуются с сужеными участками, связанными с тектоническими структурами. На левых склонах выражены надпойменные террасы. Поймы крупных рек в настоящее время затоплены водами водохранилищ.

2.3. Агрометеорологические условия

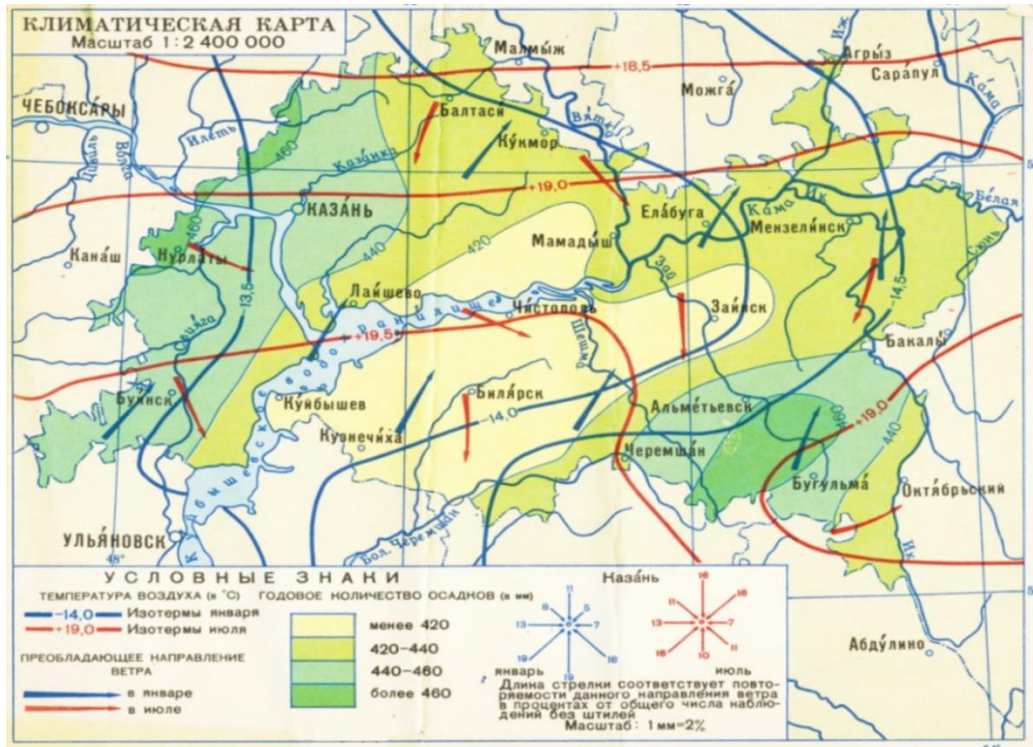
Климат Среднего Поволжья, в том числе и нашей республики на постоянной основе изучается с 1812 г. после образования метеорологической обсерватории Императорского Казанского университета, одного из 12 университетов Российской Империи. После 25-ти летних наблюдений были рассчитаны средние показатели термических ресурсов.

В соответствии с этими термическими ресурсами был рекомендован набор таких полевых культур, как озимая рожь, полба, яровой ячмень, овес, вика. В то время не было речи о возделывании теплолюбивой кукурузы, подсолнечника, люцерны посевной.

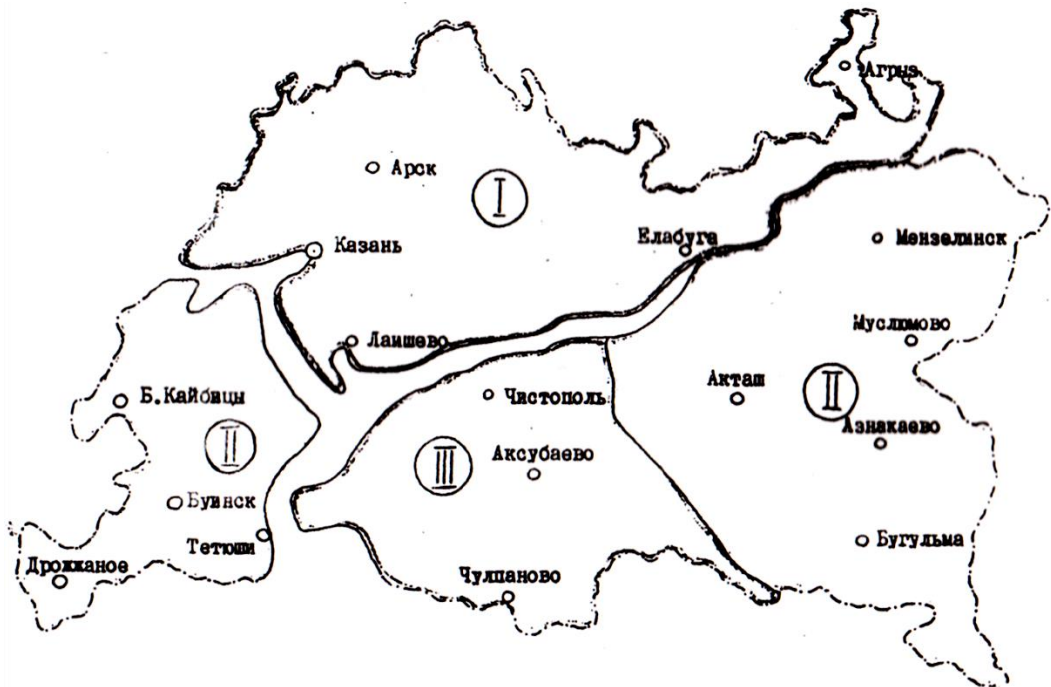
Среднегодовалые показатели теплообеспеченности, составленные по материалам начала 19-го века не соответствуют реалиям настоящего времени, поскольку глобальное потепление климата – факт неоспоримый и на наших полях кукурузу давно уже возделывают не только на силос, но и на зерно (60 тыс. га/год). Теплолюбивый подсолнечник на производство масличного сырья возделывается на площади 150-200 тыс. га, холодостойкая полба давно заменена яровой пшеницей. Самое главное, мы научились выращивать озимую и твердую пшеницу с высоким содержанием клейковины, пригодных для производства высококачественных хлебобулочных изделий и макаронной продукции.

В настоящее время по термическим ресурсам территория Татарстана разделена на 3 крупные зоны: умеренно прохладная Предкамская зона с суммой активных температур воздуха 2020-2150°C; самая теплая Западно-Закамская зона с термическими ресурсами 2300-2500°C, в умеренно теплую зону (2150-2300°C) входят территории Предволжья и Юго-Восточного Закамья (карта 2, рисунок 5).

Термические ресурсы всех 3-х зон соответствуют потребностям всех сельскохозяйственных культур, возделываемых на всех зональных почвах Татарстана.



Карта 2. Климатическая картограмма Республики Татарстан



I – Предкамье. Умеренно-прохладная зона. $\sum t^{\circ}=2020-2150^{\circ}\text{C}$

II – Предволжье и Юго-Восточное Закамье, $\sum t^{\circ}=2150-2300^{\circ}\text{C}$

III – Западное Закамье. Теплая зона, $\sum t^{\circ}=2300-2500^{\circ}\text{C}$

Рисунок 5. Сумма активных температур воздуха

Высокая обеспеченность термическими ресурсами не гарантирует получение высокой урожайности культур звена полевого севооборота, так как влагообеспеченность является главным ограничивающим фактором внешней среды. В агрономической науке существует 2 термина – недостаточная и неустойчивая влагообеспеченность. Для расчета дефицита влаги от расхода отнимают статьи прихода. Расход влаги определяется путем умножения планируемой урожайности (т/га) на коэффициент водопотребления. Например, для формирования 5 т/га зерна яровой пшеницы при коэффициенте водопотребления 1000 м³/т потребуется 5000 м³/га влаги. Статьи прихода состоят из осадков за вегетационный период (2200-2500 м³/га), осенне-весенних осадков (600-800 м³/га) и талых вод (500-600 м³/га). Итого 3100-3900 м³/га. Следовательно, дефицит влаги по зональным почвам республики колеблется в диапазоне 1900-1100 м³/га. В данных расчетах меняется коэффициент водопотребления: чем выше урожайность, тем ниже коэффициент водопотребления. По этой причине эффективность известкования, фосфоритования и внесения NPK возрастает многократно.

С другой стороны, очень важны не только сумма осадков, но и их выпадение в критический период потребления воды растениями: у яровых зерновых культур – колошение – трубкование, кукурузы – выбрасывание метелки.

Неустойчивое увлажнение означает неравномерное распределение летних осадков по месяцам. В Татарстане май-июнь, как правило, засушливые и жаркие, а конец августа и сентябрь избыточно увлажненные и прохладные. Если бы сентябрьские осадки выпадали в мае, то мы ежегодно получали бы 3,5-4,0 т/га зерна озимых и яровых культур.

Однако средние многолетние суммы осадков и термические ресурсы сильно отличаются по годам исследований. Так, в 2018 г. в год закладки полевых опытов (после посева озимой ржи) в сентябре выпало одинаковое количество осадков во всех зонах проведения исследований (42 мм), что оказало положительное влияние на полевую всхожесть этой культуры.

Зима 2018-2019 гг. также была благоприятной для перезимовки озимой

ржи. Снежный покров установился в середине ноября до наступления сильных морозов, и высота снежного покрова составила от 35 см в Буинском муниципальном районе до 46 см в Мамадышском районе нашей республики.

Влагообеспеченность вегетационного периода 2019 г. оказалась весьма высокой – 87-94% по зональным почвам соответственно. В результате, в вариантах комплексного применения агрохимикатов фактическая урожайность озимой ржи была выше планируемой как на выщелоченных черноземах, так и на серых лесных почвах.

В 2020 г. за вегетационный период в Буинском муниципальном районе выпало 197 мм осадков против 256 мм среднемноголетних показателей (77% от нормы), что оказалось характерным и для Тетюшского района – 81% и Мамадышского – 80% (табл. 9).

Самым острозасушливым оказался 2021 год с осадками за вегетационный период от 137 мм в Буинском муниципальном районе (53% от нормы), 143 мм – в Тетюшском районе (55% от нормы) и 144 мм – в Мамадышском (54%).

В следующем 2022 г. количество выпавших осадков в Тетюшском и Мамадышском муниципальных районах превысило 100 процентную отметку на 2 пункта, а в Буинском районе вплотную приблизилось к этой отметке (96% от нормы).

Отсутствие агрономических осадков в августе на выщелоченных черноземах и крайне низкая обеспеченность влагой во время формирования початков в Тетюшском и Мамадышском районах (8 и 12 мм соответственно) компенсировалось сверхвысокими осадками в июле: 67, 77 75 мм соответственно по зональным почвам.

В итоге, кукуруза в варианте сочетания химической мелиорации пахотных земель с внесением минеральных удобрений обеспечивала получение валового сбора зерновых единиц на 1,85 т/га выше планируемого показателя 5,0 т/га.

Таблица 9

Влагообеспеченность зональных почв Республики Татарстан по годам исследований, мм

Годы исследований	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Май-сентябрь	Среднемног. показатель	В % к среднемног. показателям
Буинский район (выщелоченные черноземы)								
2018	17	26	56	68	42	209	256	82
2019	37	33	24	101	27	222		87
2020	32	55	27	67	16	197		77
2021	17	20	26	14	60	137		53
2022	56	66	67	0	58	247		96
Тетюшский район (темно-серые лесные почвы)								
2018	23	37	51	63	42	216	260	83
2019	31	32	36	103	33	235		90
2020	40	56	28	69	18	211		81
2021	21	20	30	16	56	143		55
2022	52	68	77	8	60	265		102
Мамадышский район (серые лесные почвы)								
2018	16	42	58	66	42	224	266	84
2019	40	39	35	102	33	249		94
2020	42	58	28	68	18	214		80
2021	24	18	24	18	60	144		54
2022	57	63	75	12	64	271		102

В целом из 5-ти лет исследований, кроме 2022 г., влагообеспеченность территории Республики Татарстан оказалась ниже среднеголетних показателей, что указывает на устойчивую тенденцию снижения количества осадков в последние годы. Самое печальное, усиление засушливых процессов сопровождается значительным повышением среднесуточных температур воздуха (табл. 10, рис. 6).

Таблица 10

Среднесуточная температура воздуха вегетационных периодов, °С

Годы исследований	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Май-сентябрь	Средне-мног. показатель	В % к средне-мног. показателям
Буинский район (выщелоченные черноземы)								
2018	14,1	16,5	22,1	19,8	14,0	17,3	15,8	109,5
2019	15,9	18,4	17,8	15,5	10,3	15,6		98,7
2020	12,8	16,1	21,3	16,7	12,5	15,9		100,6
2021	18,0	21,5	20,9	21,8	9,6	18,4		116,5
2022	9,9	18,0	19,9	19,3	16,4	16,7		105,7
Тетюшский район (темно-серые лесные почвы)								
2018	13,5	16,7	21,8	18,2	13,2	16,7	15,4	108,4
2019	15,2	17,9	18,4	15,6	9,9	15,4		100,0
2020	12,8	16,1	21,8	17,3	11,8	16,0		103,6
2021	18,0	21,8	21,6	22,1	10,0	18,7		121,4
2022	9,8	18,4	21,4	21,9	10,8	16,5		106,9
Мамадышский район (серые лесные почвы)								
2018	14,2	16,4	21,7	19,1	13,9	17,1	15,2	112,5
2019	15,9	18,4	18,0	15,5	10,1	15,6		102,6
2020	13,0	16,2	21,4	16,6	12,9	16,0		105,3
2021	17,7	22,0	21,4	22,0	9,6	18,5		121,7
2022	10,8	17,1	20,2	20,1	15,8	16,8		110,5

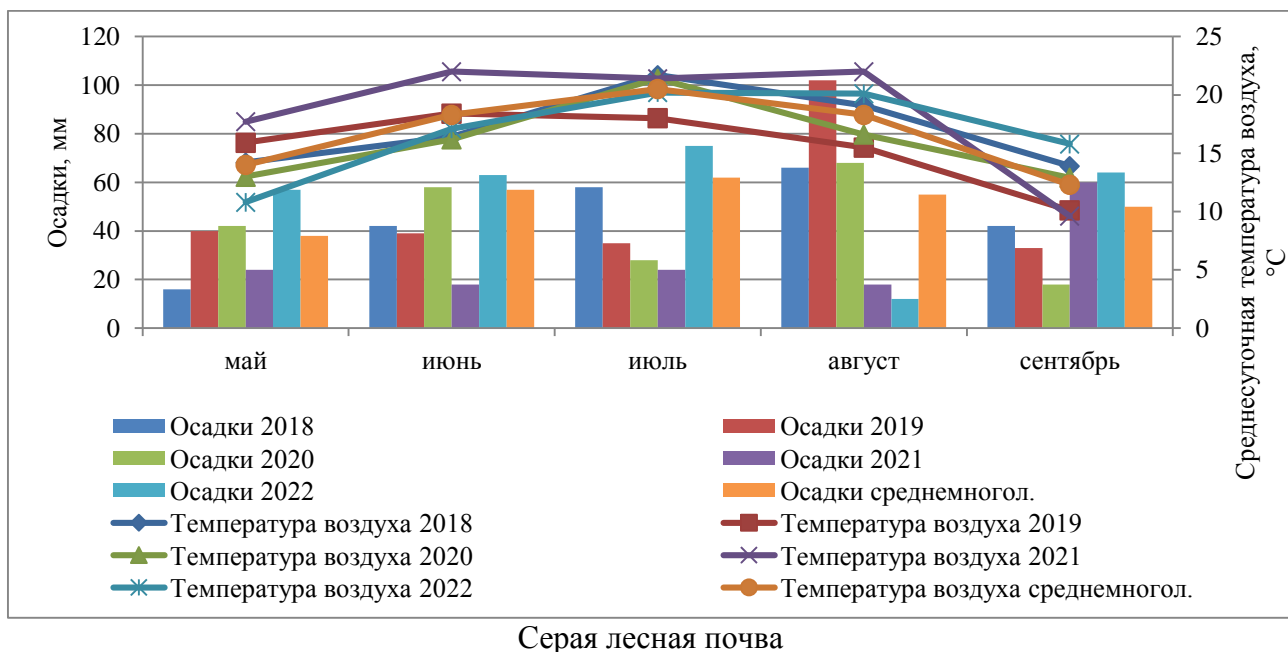
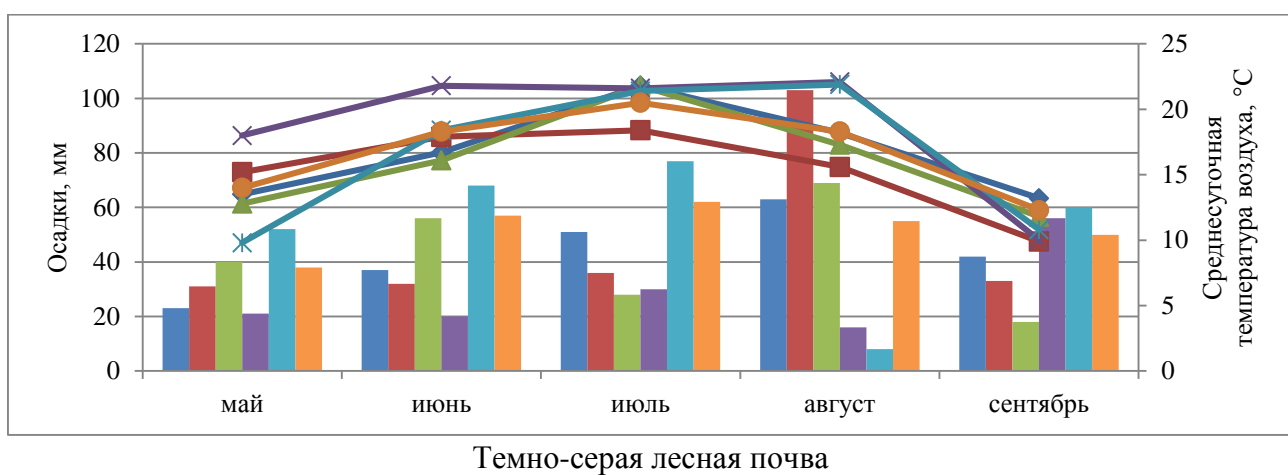
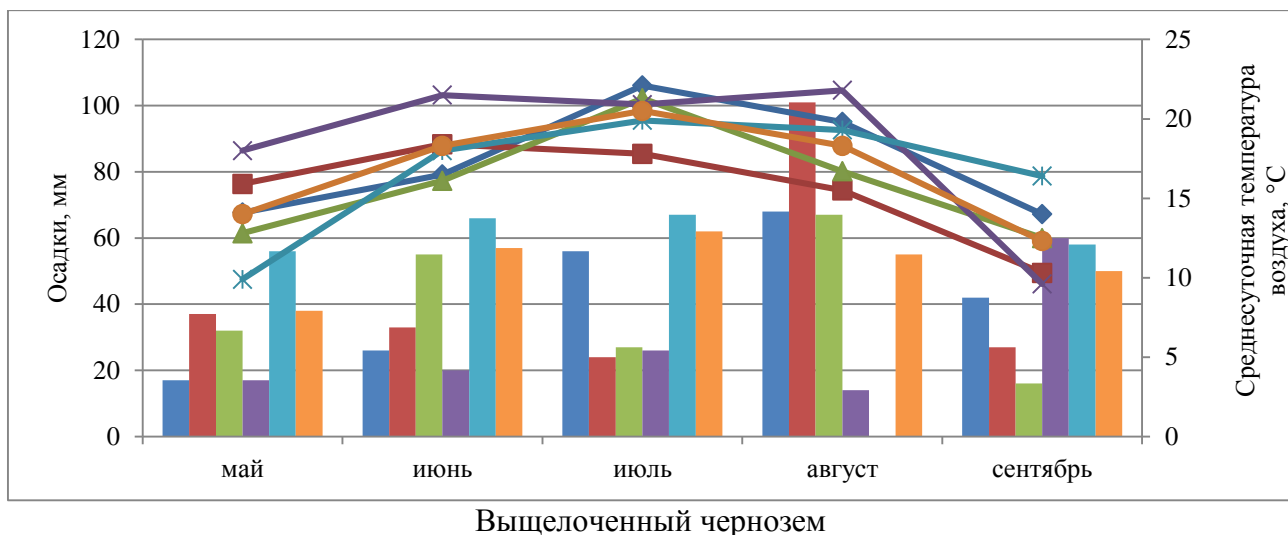


Рисунок 6. Осадки за вегетационный период и среднесуточная температура воздуха по годам исследований

В острозасушливом 2021 г. среднесуточная температура воздуха в Буинском районе была на 16,5% выше по сравнению с многолетними показателями,

на темно-серых лесных почвах Тетюшского района она поднялась до 21,4% и на серых лесных почвах Мамадышского района – 21,7%.

В остальные годы исследований среднесуточная температура воздуха также превысила нормативные показатели на 3,6-10,5%. Из этого ряда выпадает только 2019 г.: на выщелоченных черноземах 98,7%, темно-серых лесных почвах – равно 100%, а на серых лесных почвах – 102,6%.

Между количеством осадков и среднесуточными температурами воздуха существует тесная зависимость и она была определена Г.Т. Селяниновым (1887-1966).

$$\text{ГТК} = \frac{\sum O}{\sum t^{\circ}} \cdot 10, \text{ где}$$

ГТК – гидротермический коэффициент;

$\sum O$ – сумма осадков за вегетационный период, мм;

$\sum t^{\circ}$ - сумма среднесуточных температур воздуха выше +10°C за тот же период.

По ГТК Селянинов Г.Т. выделил следующие зоны влагообеспеченности нашей страны:

ГТК > 1,3 – зона избыточного увлажнения (зона дренажа);

ГТК = 1,0-1,1 – зона неустойчивого и недостаточного увлажнения;

ГТК = 0,7-1,0 – засушливая зона;

ГТК = 0,5-0,7 – зона сухого земледелия;

ГТК < 0,5 – зона ирригации (орошения).

По нашим расчетам отношение влаги к термическим ресурсам на выщелоченных черноземах Буинского района изменялось от 0,55 в 2021 г. до 1,2 в 2022 г. (табл. 11).

Темно-серые лесные почвы Тетюшского района по шкале увлажнения Г.Т. Селянинова были ближе всего к зоне неустойчивого увлажнения, что характерно и для серых лесных почв Мамадышского района с одной лишь разницей - вегетационный период 2022 г. приблизился к зоне избыточного увлажнения.

Отношение влаги к термическим ресурсам по годам исследований

Годы	Сумма осадков, мм	Сумма температур воздуха, °С	Значение ГТК
Буинский район (выщелоченные черноземы)			
2018	209	2090	0,94
2019	222	2135	1,04
2020	197	2040	0,97
2021	137	2483	0,55
2022	247	2046	1,2
Тетюшский район (темно-серые лесные почвы)			
2018	216	2141	1,0
2019	235	2046	1,1
2020	211	2074	1,0
2021	143	2547	0,56
2022	265	221	1,2
Мамадышский район (серые лесные почвы)			
2018	224	2178	1,0
2019	249	2068	1,2
2020	214	2050	1,0
2021	144	2534	0,57
2022	271	2080	1,3

При анализе ГТК отдельной строкой следует выделить 2021 г., когда его значение (0,55-0,57) было на границе сухого земледелия (0,5-0,7) во всех зонах нашей республики.

В заключение следует отметить, что анализ ГТК показывает резкий скачок увлажнения по годам исследований. В связи с этим диапазон урожайности возделываемых полевых культур имеет широкую амплитуду, что невыгодно сельским товаропроизводителям. Единственный способ противостоять глобальным изменениям погодно-климатических условий в худшую сторону – это оптимизация условий питания растений на основе массовой химической мелиорации пахотных земель и внесения расчетных норм минеральных удобрений с

учетом зональных особенностей почвенного покрова каждого региона Российской Федерации, в том числе лесостепной зоны Среднего Поволжья, включая Республику Татарстан.

2.4. Программа работ

Импортозамещение растениеводческой и животноводческой продукции возможно на основе производства продуктов питания с низкой себестоимостью, но высокого качества. В противном случае, если импортные товары дешевле российских и более высокого качества, то человек всегда отдает предпочтение таким товарам. То есть, ввести насильно импортозамещение невозможно. Для выполнения этой задачи необходимо освоить интенсивную систему земледелия – вложить больше средств на возделывание культуры на ограниченных площадях в целях получения наибольшей урожайности. В нашем случае комплексного применения агрохимикатов с учетом современного состояния зональных особенностей почвенного покрова.

В связи с этим, проведение научных исследований в этом направлении является востребованным, своевременным, теоретически и практически значимым.

Опыт 1. Эффективность химической мелиорации зональных почв лесостепи Среднего Поволжья в сочетании с внесением расчетных норм минеральных удобрений в звене полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень - кукуруза на силос с початками в молочно-восковой спелости.

Разработанная схема полевого опыта позволяет с наименьшими затратами решить следующие задачи:

- провести косвенную сравнительную оценку эффективности известкования, фосфоритования и ежегодного внесения расчетных норм минеральных удобрений на выщелоченных черноземах, темно-серых и серых лесных почвах, на долю которых приходится около 80% пашни Татарстана;

Схема опыта 1

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)
	$N_{34}P_{44}K_{38}$
	Известкование 3,5 т/га д.в. + $N_{34}P_{44}K_{38}$
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + $N_{34}P_{44}K_{38}$
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)
	$N_{67}P_{65}K_{59}$
	Известкование 4 т/га д.в. + $N_{67}P_{65}K_{59}$
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + $N_{67}P_{65}K_{59}$
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)
	$N_{93}P_{76}K_{70}$
	Известкование 4,25 т/га д.в. + $N_{93}P_{76}K_{70}$
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + $N_{93}P_{76}K_{70}$

- определить реакцию сельскохозяйственных культур звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень - кукуруза на силос с початками в молочно-восковой спелости на интенсивную химизацию зональных почв;

- изучить влияние комплексного применения агромелиорантов и минеральных удобрений на динамику плодородия почвенного покрова по содержанию гумуса, подвижного фосфора, обменного калия и рН солевой вытяжки;

- рассчитать энерго- и экономическую эффективность химической интенсификации зональных почв Республики Татарстан;

- разработать конкретные предложения производству, обеспечивающих валовой сбор зерновых единиц на уровне 4,8-5,0 т/га.

Схема опыта производственной проверки основных результатов исследований представлена в таблице 13.

Схема опыта производственной проверки

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы NPK на 5 т/га зерновых единиц)
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀

Стационарный полевой опыт и опыт производственной проверки проводились в трех почвенных зонах Республики Татарстан. Для этого были согласованы вопросы представления земельных участков с условием безвозмездного первоочередного внедрения результатов исследований: ПСХК «Ембулатово» Буинского района – выщелоченный чернозем на площади 17,5 га; ООО «Нур» Тетюшского района – темно-серая лесная почва на площади 39,8 га; ООО АПК «Продовольственная программа» Мамадышского района – серая лесная почва на площади 33,7 га.

Для закладки полевого опыта на этих земельных участках отобрали 0,2 га, а остальные площади разделили на 4 части: контроль (без агрохимикатов), внесение средневзвешенных расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность зерновых единиц 5,0 т/га, известкование + внесение NPK, известкование + фосфоритование + внесение NPK, в которых параллельно проводили производственную проверку. Проектно-сметные документации представлены в приложениях 1, 2, 3, 4, 5, 6. Схема размещения вариантов опыта

приведена в приложении 7.

Повторность полевого опыта 3-х кратная, площадь отдельной деланки без учета защитных зон 108 м^2 ($30 \times 3,6 = 108 \text{ м}^2$).

Нормы высева, сроки посева и даты уборки культур звена полевого севооборота изложены в виде таблицы 14.

Таблица 14

Нормы высева, сроки посева и даты уборки культур звена полевого севооборота

Культура	Норма высева, млн. шт./га	Дата посева	Дата уборки	Длина вегетационного периода, дни	Сорта и гибриды
Озимая рожь	5,0	01.09.2018	30.07.2019	365	Радонь
Яровая пшеница	6,0	10.05.2020	20.08.2020	102	Йолдыз
Ячмень	5,5	01.05.2021	30.07.2021	92	Камашевский
Кукуруза на силос	0,75	10.05.2022	20.08.2022	102	Росс 140

Сорт озимой ржи Радонь селекции ГНУ «ТатНИИСХ» создан методом направленного переопыления гибридов с участием сортов Новозыбковская 150, Саратовская 5 и наилучшим сортом Татарская 1. Относится к среднеспелым сортам озимой ржи с прочным стеблем высотой 105-120 см. Зимостойкость очень высокая, адаптирован к почвенно-климатическим условиям нашей республики. При уровне урожайности 5,5-6,0 т/га по числу падения соответствует первой группе качества, отличный улучшитель для муки низкого качества.

Яровая пшеница Йолдыз включен в реестр допущенных сортов в Волго-Вятской, Средневолжской зонах с 2015 года. Средняя урожайность в сортоиспытательных участках была на уровне 3,5-4,2 т/га, что выше среднего стандарта на 0,2-0,3 т/га. Максимальная зарегистрированная урожайность 8,4 т/га получена в 2014 г. в Курской области. Сорт устойчив к полеганию, не отличается от

других сортов по засухоустойчивости (на уровне стандарта), но отличается устойчивостью осеннего прорастания зерна на корню и в валках, что очень важно для Республики Татарстан с большим количеством осадков в конце августа и в начале сентября во время уборочных работ.

Яровой ячмень Камашевский широко возделывается в Волго-Вятском и Средневолжском регионах с 2017 года. Высокоурожайный (8,53 т/га зерна в 2015 г. в Нижегородской области), устойчив к полеганию и болезням, но массово поражается в некоторые годы пыльной головней. Зерно сорта Камашевский является отличным концентрированным кормом при откорме свиней и телят, поскольку в нем содержится 10-14% переваримого протеина, 3-4% сырого жира, 50-55% крахмала. По этой причине в период зимнего стойлового содержания комбикорм из ячменя укрепляет здоровье крупно-рогатого скота, повышает его выносливость, улучшает репродуктивные признаки.

Оригинатором гибрида кукурузы Росс 140 является ФГБНУ «Национальный центр зерна» им. П.П. Лукьяненко. Относится к числу среднерослых гибридов, с конусовидными початками с 10-12 рядами зерен. Формирует от 10 до 14 листьев, початки расположены на высоте 70-75 см. Масса 1000 зерен при благоприятных условиях составляет 250-260 г, устойчив к пузырчатой головне, корневым гнилям, но восприимчив к фузариозу и кукурузному стеблевому мотыльку. Гибрид Росс 140 считается гибридом двойного назначения – пригоден для производства зерна и силоса. Урожайность и качество высокие. Районирован по Волго-Вятскому, Средневолжскому, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам Российской Федерации.

Исходная агрохимическая характеристика зональных опытных участков представлена в таблице 15.

Исходный выщелоченный чернозем в своем составе может удерживать 30-32% влаги, темно-серая лесная почва – 27-28%, серая лесная почва – 25-26%.

Плотность сложения пахотного слоя почвы трех опытных участков соответствовала нормативным показателям: 1,1-1,2 г/см³, хотя на серых лесных

почвах имеется устойчивая тенденция ее повышения: 1,22 г/см³. Анализируемые почвы хорошо окультурены, так как коэффициент содержания водопрочных агрегатов составляет на выщелоченных черноземах 48,4%, темно-серых и серых лесных почвах соответственно 46,2 и 42,7 процента.

Таблица 15

Исходные агрохимические показатели зональных опытных участков

Агрохимические показатели	Выщелоченный чернозем (ПСХК «Ембулатово» Буинского района РТ)	Темно-серая лесная почва (ООО АФ «Нур» Тетюшского района РТ)	Серая лесная почва (ООО АПК «Продпрограмма» Мамадышского района РТ)
Кислотность почвы, рН солевой вытяжки	5,5	5,2	5,1
Содержание гумуса по Тюрину, %	6,7	5,5	4,8
Содержание подвижного фосфора по Кирсанову и Чирикову, мг/кг почвы	157	148	142
Содержание обменного калия по Кирсанову и Чирикову, мг/кг почвы	168	160	151
Наименьшая влагоемкость, %	30-32	27-28	25-26
Плотность сложения почвы, г/см ³	1,16	1,20	1,22
Содержание водопрочных агрегатов (от 10 до 25 мм)	48,4	46,2	42,7

В целом, все три опытные земельные участки по агрохимическим показателям абсолютно идентичны трем зональным почвам нашей республики (выщелоченные черноземы, темно-серые и серые лесные почвы).

Агротехника фосфоритования, известкования, внесения расчетных норм минеральных удобрений и технология возделывания культур звена полевого севооборота соответствовали общепринятым условиям:

- за 3 месяца до посева озимой ржи в 2018 г. согласно проектно-сметной документации при помощи автомобильных разбрасывателей провели фосфори-

тование с заделкой на глубину 12-15 см (дискование);

- через 60 дней согласно схеме опыта провели известкование и заделку извести в почву на глубину 10-12 см этим же -БД-4;

- в день посева озимой ржи внесли расчетные нормы минеральных удобрений и провели предпосевную культивацию на глубину заделки семян (4-6 см) с одновременным выравниванием почвы культиватором «Компактор». На опытных делянках с общей площадью 0,2 га известь, фосфоритную муку и минеральные удобрения в эти же сроки внесли сеялкой СЗ-3,6 поделяночно. Трехкратная обработка почвы обеспечивала надежную заделку фосфоритной муки, извести, минеральных удобрений и интенсивно очищала поле от сорняков;

- посев зерновых культур проводили сеялкой СЗ-3,6, а кукурузу при помощи сеялки «Оптима» с последующим прикатыванием КЗК-9 поперек посева;

- через 5 суток в фазе белых ниточек сорных растений провели боронование посевов сетчатыми боронами БСО-4;

- в зависимости от полевой всхожести семян эту операцию провели повторно после появления всходов культурных растений. Двукратное боронование не только уничтожает сорную растительность, но и почвенные капилляры (сухой полив);

- в фазе 3-4-х листьев на посевах кукурузы применяли междурядную обработку с легким окучиванием с целью уничтожения сорняков в рядках, улучшения водно-физических свойств почв опытных участков и производственных посевов.

В опытах и производственных посевах в качестве минеральных удобрений применяли обычную аммиачную селитру АО «Аммоний» (Менделеевск) с содержанием 34,7% д.в., двойной суперфосфат ПАО «ФосАгро», крупнейшего производителя фосфорных удобрений в России (46% д.в.), калийную соль ПАО «Уралкалий» с содержанием 42% д.в.

Средневзвешенные нормы внесения НРК, определенные расчетно-балансовым методом с учетом зональных особенностей почвенного покрова

Республики Татарстан на планируемую урожайность культур звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос 5,0 т/га зерновых единиц изложены в приложении 8.

2.5. Методика полевых и лабораторных исследований

Методика полевого опыта – это совокупность слагающих ее элементов: число вариантов, площадь делянок, их форма и направление, повторность, система размещения делянок, вариантов и повторений, отбор образцов, метод учета тех или иных показателей.

Методика проведения полевого опыта зависит от объекта исследований. Так, для озимых и яровых зерновых культур она разработана Б.А. Доспеховым в соавторстве с И.П. Васильевым и А.М. Туликовым (1987). Для кормовой культуры (кукурузы на силос) необходимо руководствоваться методикой проведения полевых опытов с кормовыми культурами коллективного труда ученых ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1997).

Согласно этим методикам в ходе полевых и лабораторных исследований были проведены следующие учеты, наблюдения и анализы:

1. Урожайность зерновых в мелкоделяночных стационарных опытах учитывали с площади 10 м², а в производственных опытах – комбайном ДОН-1500 и измеряли влажность зерна при помощи прибора Wile (фото 2). Сравнение урожайности изучаемых вариантов проводили по стандартным показателям на зерно – влажность 14-15% в зависимости от культуры, содержание сорной примеси 2%.

2. В фенологических наблюдениях отмечали следующие фазы развития зерновых культур: появление coleoptilya, формирование 1-го листа, кущение, трубкование, колошение, молочная и восковая спелость.

3. Полевую всхожесть учитывали во время полных всходов. Перед уборкой на пробных площадках, в четырехкратной повторности определяли плотность стеблестоя, используя рамку учета (фото 3) и по ниже приведенной формуле рассчитали количество всходов весной и растений перед уборкой:

$$X = 1000 : d \times K \times 10, \text{ где}$$

X – плотность стеблестоя перед уборкой, количество всходов, шт./м²;

d – ширина междурядий, см;

K – количество всходов или растений перед уборкой.

4. Высоту растений измеряли в десятикратной повторности в каждом варианте опыта.

5. Учет засоренности посевов определяли агрономической рамкой в 4-кратной повторности (фото 3). На каждой делянке и учитывали видовой состав, количество сорняков и их сухую массу.

6. В структурном анализе снопа учитывали количество общих и продуктивных стеблей, также и колосков на одном растении, длину и ширину зерна, количество семян в колоске, початке кукурузы и массу 1000 семян определяли в 4-х кратной повторности.

7. Влажность почвы определяли один раз в 10 дней при помощи прибора «Днестр 1» в слое 0-25 и 0-30 см (фото 4).

8. Агрохимический анализ почвы проводили перед закладкой опытов и после их завершения в слое почвы 0-25 и 0-30 см; гумус определяли по Тюрину, подвижный фосфор (P₂O₅) и калий (K₂O) по Кирсанову, а в черноземах по Чирикову (фосфор – колориметрическим способом, калий – пламенно фотометрическим), рН солевой вытяжки – потенциометрическим.

9. Биологическую активность почвы определяли методом разложения льняной ткани в течение 30 дней в слое почвы 0-25 см. За основу был взят метод аппликации и по степени разложения льняной ткани устанавливали активность целлюлозаразлагающей микрофлоры.

10. Определение массы пожнивно-корневых остатков проводили методом отбора проб в 4-х кратной повторности с последующим отмыванием в мардевых мешочках и высушиванием в термостатах.

11. Статистическая и корреляционная обработки результатов исследований проведены методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1987).

12. Экономическая эффективность рассчитана общепринятым методом – путем сопоставления затрат со стоимостью полученной продукции в зерновых единицах в средних ценах реализации зерновых единиц за 2019-2022 гг.

Анализы образцов почв, зерна, растений кукурузы проводили в сертифицированных лабораториях ЦАС «Татарский».

Соискатель выражает огромную благодарность своим бывшим коллегам центра агрохимической службы, профессорам Казанского ГАУ М.Ю. Гилязову и Ф.Н. Сафиоллину за оказанную помощь в разработке рабочей программы, закладке полевых и производственных опытов и своему научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук Анасу Ахтямовичу Лукманову за постоянную консультацию в проведении полевых и лабораторных исследований, выполненных в рамках настоящей кандидатской диссертации.

2.6. Технические средства, использованные в ходе проведения исследований



Фото 2. Влагомер зерна Wile 65



Фото 3. Рамка учета полевой всхожести, плотности стеблестоя и сорняков



Фото 4. Днестр-1 (почвенный влагомер для определения НВ)

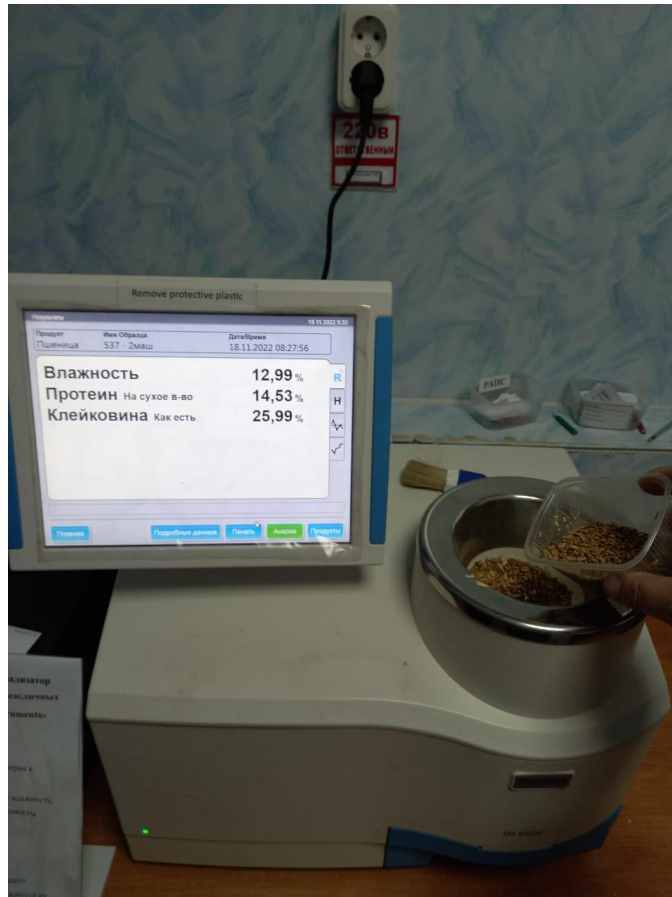


Фото 5. ИК анализатор «Информатик 9500» (для определения влажности зерна, содержания клейковины и белка)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава III. ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И АГРОХИМИКАТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ЗВЕНА ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА: ОЗИМАЯ РОЖЬ – ЯРОВАЯ ПШЕНИЦА – ЯЧМЕНЬ – КУКУРУЗА

3.1. Полевая всхожесть и мощность роста всходов

Полевая всхожесть. Известно, что полевая всхожесть сельскохозяйственных культур зависит от качества посевного материала, приемов предпосевной подготовки семян и почвы, сроков посева и глубины заделки семян, влагообеспеченности, наличия термических ресурсов и других факторов внешней среды. При прочих равных условиях на полевую всхожесть большое влияние оказывают биологические особенности самой культуры и зональные особенности почвенного покрова.

Например, среди 4-х культур звена зерно-паро-пропашного севооборота самой высокой полевой всхожестью отличалась кукуруза (87-94%). Столь высокая полевая всхожесть этой культуры объясняется двумя причинами. Во-первых, крупные семена кукурузы с массой 270 г 1000 семян заделываются на увлажненную глубину 8-10 см против 4-6 см озимой ржи, яровой пшеницы и ячменя. Во-вторых, май 2022 г. отличался высокой влагообеспеченностью (37-57 мм), что стало причиной получения от 78 до 85 тыс./га всходов из высеянных 90 тыс./га всхожих семян. Другими словами, влагообеспеченность начала вегетационного периода является решающим фактором формирования основы урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур, что четко подтверждается результатами анализа полевой всхожести ячменя. В мае 2021 г. в Предволжской зоне Татарстана (выщелоченные черноземы) выпало в 2,17 раза меньше осадков (17 мм против 37 мм от среднемноголетних показателей). В результате из 550 шт./м² высеянных семян ячменя полноценные всходы дали 401-407 шт./м² (полевая всхожесть составила всего 73-74%), тогда как с осадками в Предкамской зоне (серые лесные почвы) 37 мм, полевая всхожесть этой культуры выросла до 75-77%.

Вторую позицию по полевой всхожести занимает озимая рожь (83-86%), поскольку она высевается в третьей декаде августа, а в последние годы в связи с потеплением климата – в первой декаде сентября, которая характеризуется высокой влагообеспеченностью (табл. 16).

Таблица 16

Полевая всхожесть изучаемых культур в зависимости от уровня химизации зональных почв Республики Татарстан (2018-2022 гг.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агротехнологии и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Озимая рожь		Яровая пшеница		Яровой ячмень		Кукуруза на силос с початками	
		шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	420	84	500	83	401	73	8,0	89
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	423	85	506	84	401	73	8,2	91
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	430	86	507	85	407	74	8,4	93
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	432	86	510	85	407	74	8,5	94
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	418	84	496	83	396	72	7,9	88
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	420	84	500	83	398	72	8,0	89
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	424	85	502	84	400	73	8,1	90
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	428	86	508	85	405	74	8,3	90
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	415	83	490	82	412	75	7,8	87
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	418	84	492	82	418	76	7,8	87
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	421	84	500	83	420	76	7,9	88
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	425	85	503	84	422	77	7,9	88
НСР ₀₅	А	4,1		4,6		5,1		0,61	
	В	4,8		4,8		5,8		0,64	
	АВ	4,8		4,8		5,8		0,64	

Следовательно, наличие достаточной влаги в начальном этапе органогенеза является лимитирующим фактором получения дружных всходов и формирования плотного стеблестоя в будущем.

Вместе с тем нельзя исключить из анализа влияние на полевую всхожесть почвенного покрова и уровня его химизации. Так, полевая всхожесть всех культур звена полевого севооборота на выщелоченных черноземах Республики Татарстан по сравнению с серыми лесными почвами была постоянно выше, за исключением острозасушливого мая 2021 года: озимая рожь 84-86%, яровая пшеница 83-85%, кукуруза 89-94% против соответственно на серых лесных почвах 83-85%, 82-84% и 87-88%.

Что касается уровня химизации, его влияние на посевах кукурузы математически не доказуемо: на выщелоченных черноземах разница общего количества всходов составляет 0,2-0,5 шт./м², а на серых лесных почвах – 0,1 шт./м² против наименьшей существенной разницы 0,16 шт./м². Такое явление видимо объясняется тем, что природа в процессе эволюции заложила в самом семени достаточное количество элементов питания для их прорастания. Данное утверждение подтверждается сравнительной оценкой полевой всхожести изучаемых культур на выщелоченных черноземах и темно-серых лесных почвах: полевая всхожесть озимой ржи на всех фонах питания была на одном и том же уровне: 84 и 86%; яровой пшеницы 83 и 85% и ячменя 72 и 74%.

Мощность роста всходов. Достоверное положительное влияние применения агроулучшителей и расчетных норм минеральных удобрений на посевах объектов исследований проявляется в мощности роста их всходов (табл. 17).

Мощность роста всходов с практической точки зрения означает переход растений на автотрофное питание. При этом, чем больше биомасса листа, тем интенсивнее происходит фотосинтез. Также как и полевая всхожесть, мощность их роста определяется тремя факторами внешней среды: влагообеспеченность, доступность элементов питания и биологические особенности самой культуры. В связи с этим их желательно рассмотреть в отдельности.

Влияние агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений на мощность роста культур звена полевого севооборота (2018-2022 гг.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агроメリоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Сухая масса растения в фазе 2-го листа, г			
		озимая рожь	яровая пшеница	яровой ячмень	кукуруза на силос с початками
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агроメリорантов)	0,15	0,11	0,09	0,20
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	0,20	0,14	0,10	0,25
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	0,22	0,16	0,13	0,27
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	0,24	0,19	0,15	0,29
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агроメリорантов)	0,12	0,10	0,09	0,19
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	0,19	0,12	0,11	0,21
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	0,21	0,13	0,12	0,22
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	0,23	0,18	0,14	0,25
Серая лесная почва	Контроль (без агроメリорантов)	0,11	0,09	0,12	0,18
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	0,18	0,12	0,15	0,22
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	0,20	0,14	0,18	0,24
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	0,22	0,17	0,20	0,27
НСР ₀₅	А	0,03	0,03	0,02	0,04
	В	0,06	0,04	0,03	0,05
	АВ	0,06	0,04	0,03	0,05

Сравнительная оценка 3-х факторов, влияющих на мощность роста всходов, показала, что влагообеспеченность является первым лимитирующим фактором. В острозасушливом 2021 г. (май) мощность роста всходов ячменя на выщелоченных черноземах составила всего 0,09 г/растение, что ниже на 25% по

сравнению с более влагообеспеченными серыми лесными почвами. Даже в таких неблагоприятных условиях комплексное применение агроулучшителей и расчетных норм минеральных удобрений обеспечило достоверный рост биомассы этой культуры от 0,09 г/растение на контроле (без удобрений) до 0,15 г/растение в варианте NPK на 5 т/га зерновых единиц + известкование + фосфоритование на выщелоченных черноземах и от 0,12 до 0,20 г/растение на серых лесных почвах Республики Татарстан.

По мощности роста всходов темно-серые лесные почвы в зависимости от уровня их химизации занимают промежуточное положение между выщелоченными черноземами и серыми лесными почвами. Например, мощность роста всходов озимой ржи на темно-серых лесных почвах уступала выщелоченному чернозему в контроле на 0,03 г/растение ($0,15 - 0,12 = 0,03$ г/растение), но превышала серую лесную почву на 0,01 г/растение, что характерно для яровой пшеницы, ярового ячменя и кукурузы во всех фонах применения агрохимикатов.

Кроме влагообеспеченности мощность роста всходов зависит от биологических особенностей изучаемых культур. Положительное их слияние (влагообеспеченность + биологические особенности культуры) особенно четко выделяется при анализе мощности роста всходов кукурузы. Например, на выщелоченных черноземах в фазе 2-го листа мощность роста всходов этой культуры на контроле превышает озимую рожь на 25%, яровую пшеницу – на 45% и ячменя – 55%. В тех же условиях известкование слабокислых черноземов в сочетании с фосфоритованием и внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц сглаживает столь резкую разницу в мощности роста всходов соответственно до 17, 33 и 49%.

Следует отметить такие же закономерности в увеличении мощности роста всходов на темно-серых и серых лесных почвах: озимой ржи от 0,11 в контроле до 0,22 г/растение в последнем варианте опыта (известкование + фосфоритование + NPK), яровой пшеницы – от 0,09 до 0,17; ячменя – от 0,12 до 0,20 и

кукурузы – от 0,18 до 0,27 г/растение.

Таким образом, комплексное применение агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений на трех зональных почвах Татарстана является основой ускорения перехода растений на самостоятельное (автотрофное) питание и ускорения фотосинтетических процессов.

3.2. Динамика формирования и линейный прирост корневой системы

Динамика формирования корневой системы. Корневая система всех сельскохозяйственных культур, в том числе и культур звена полевого севооборота, играет решающую роль в формировании высокопродуктивного агроценоза. Корень высасывает воду из почвы и осуществляет питание растений. В связи с этим, чем интенсивнее развивается корневая система, тем выше вероятность роста продуктивности сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, корневая система прочно удерживает растение на поверхности почвы, защищает их от смыва осадками и выдувания ветрами. Более того, корни растений защищают саму почву от всех видов эрозии (водная, ветровая, ирригационная, техническая и др.). Отмирающие корни и корневые волоски служат пищей для почвенных микроорганизмов, в том числе бактерий и грибов из рода *Fusarium*. В процессе переработки отмерших корней улучшается гумусовое состояние самой почвы и повышается ее плодородие.

Существует множество приемов усиления роста биомассы корневой системы растений. Например, включение в систему полевого севооборота таких культур, формирующих мощную корневую систему, как кукуруза, донник, подсолнечник, люцерна посевная, клевер луговой, козлятник восточный. Самое главное, даже для них необходимо создать благоприятные условия для их развития и роста, включая известкование кислых и слабокислых почв, что способствует увеличению коэффициента использования элементов питания, как из почвы, так и вносимых минеральных удобрений. Кроме того, сочетание известкования с фосфоритованием позволяет создать запас подвижных форм фосфора, необходимого для формирования генеративных органов растений.

Так, в наших исследованиях комплексное применение агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений на планируемую продуктивность 5000 зерновых единиц с 1 га выщелоченных черноземов, темно-серых и серых лесных почв значительно усилили динамику накопления корневой системы озимой ржи, яровой пшеницы, ячменя и кукурузы

В начальном этапе развития формирование корневой системы всех культур происходит весьма медленно. Например, в середине фазы развития «всходы – кущение» корневая система озимой ржи на контроле занимает всего 8 см черноземного почвенного профиля, яровая пшеница – 6 см, ячмень из-за острой засухи мая 2021 г. проникает лишь на 4 см, кукурузы – 12 см.

На темно-серых, тем более на бедных кислых серых лесных почвах без известкования и внесения минеральных удобрений рост и развитие корневой системы замедляется соответственно до 6, 5 и 4 см.

«Взрывной» рост корневой системы отмечается в фазе развития зерновых культур «стеблевание – трубкование». За этот период корневая система озимой ржи на выщелоченных черноземах даже в варианте без внесения агрохимикатов увеличивается в 2,75 раза ($22 \text{ см} : 8 \text{ см} = 2,75 \text{ раза}$), яровой пшеницы – в 3,2 раза ($19 \text{ см} : 6 \text{ см} = 3,2 \text{ раза}$), ячменя – 4,2 раза ($17 \text{ см} : 4 \text{ см} = 4,2 \text{ раза}$) и кукурузы в фазе развития «выметывание – цветение» - в 2,2 раза ($26 \text{ см} : 12 = 2,2 \text{ раза}$).

К концу вегетационного периода «формирование зерна – созревание» динамика роста корневой системы всех культур опять замедляется: разница между двумя последними фазами развития составляет от 2 см (кукуруза) до 3 см зерновых культур (озимая рожь, яровая пшеница, ячмень).

Следует особо отметить высокую отзывчивость корневой системы изучаемых культур на известкование + фосфоритование + внесение расчетных норм минеральных удобрений выщелоченных черноземов по сравнению с темно-серыми и серыми лесными почвами. (табл. 18).

Динамика роста корневой системы культур звена полевого севооборота по фазам развития, см (2018-2022 гг.)

Фазы развития	Выщелоченные черно-земы				Темно-серые лесные почвы				Серые лесные почвы			
	контроль	НРК на 5 т/га зерновых единиц	известкование + НРК	известкование + фосфоритование + НРК	контроль	НРК на 5 т/га зерновых единиц	известкование + НРК	известкование + фосфоритование + НРК	контроль	НРК на 5 т/га зерновых единиц	известкование + НРК	известкование + фосфоритование + НРК
Озимая рожь												
Всходы - кушение	8	9	11	14	7	9	10	11	6	7	9	12
Стебление - трубкование	22	23	25	26	20	22	24	24	19	21	23	24
Колошение - созревание	25	27	28	30	23	24	25	27	20	22	25	26
Яровая пшеница												
Всходы - кушение	6	8	10	10	6	7	8	8	5	6	7	7
Стебление - трубкование	19	21	23	26	18	20	21	24	17	19	20	22
Колошение - созревание	22	25	26	28	20	23	24	26	19	21	22	24
Ячмень												
Всходы - кушение	4	5	7	7	4	6	6	7	4	4	5	6
Стебление - трубкование	17	19	21	24	16	16	19	22	16	19	20	22
Колошение - созревание	20	22	23	26	18	20	21	23	18	21	22	24
Кукуруза												
Всходы – 6 лист	12	18	21	24	12	16	18	21	10	13	14	16
Выметывание – цветение	26	34	37	41	25	28	32	38	22	30	32	34
Формирование зерна – полная спелость	28	36	40	42	26	34	36	40	24	32	33	37
НСР ₀₅	A			2,08				1,81				1,72
	B			2,62				2,24				2,18
	AB			2,62				2,24				2,18

Так, к концу вегетационного периода активный слой (слой почвы, в котором находится основная масса корней) под посевами кукурузы составляет 42 см

против 40 и 37 см на темно-серых и серых лесных почвах, озимой ржи – 30 против 27 и 26 см, яровой пшеницы – 28 против 26 и 24 см, ячменя – 26 против 23 и 24 см соответственно.

Следовательно, динамика роста корневой системы кроме всего прочего, прежде всего от погодно-климатических условий, зависит от двух факторов: зональных особенностей почвенного покрова и применения агроメリорантов в сочетании с внесением расчетных норм минеральных удобрений. Сравнительная оценка вышеотмеченных факторов показывает преимущество известкования и фосфоритования в сочетании с внесением минеральных удобрений выщелоченных черноземов Республики Татарстан.

Линейный прирост корневой системы представлен в таблице 19.

Таблица 19

Линейный прирост корневой системы изучаемых культур, см/сутки
(2018-2022 гг.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агроメリоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Озимая рожь	Яровая пшеница	Яровой ячмень	Кукуруза на силос с початками
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	0,074	0,22	0,22	0,31
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	0,080	0,25	0,22	0,40
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	0,083	0,26	0,25	0,44
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	0,089	0,28	0,29	0,46
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	0,068	0,20	0,20	0,28
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	0,068	0,23	0,23	0,37
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	0,071	0,24	0,24	0,39
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	0,077	0,26	0,26	0,44
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	0,060	0,19	0,20	0,26
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	0,065	0,21	0,22	0,35
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	0,074	0,22	0,23	0,36
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	0,077	0,24	0,25	0,40

Для расчета линейного прироста корневой системы культивируемых растений необходимо учитывать длину вегетационного периода каждой культуры от посева до уборки и глубину активного слоя почвы перед уборкой урожая.

Среди 4-х изучаемых культур наиболее интенсивным линейным приростом корневой системы отличается кукуруза, так как ее вегетационный период в отличие от озимой ржи (336 суток) составляет 91 день. Более того, глубина активного слоя выщелоченного чернозема перед уборкой этой культуры была максимально высокой (от 28 на контроле до 42 см в последнем варианте опыта с известкованием в сочетании с фосфоритованием и внесением азотно-фосфорно-калийных удобрений на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц). В результате ежесуточный линейный прирост опережал озимую рожь в контроле в 4,2 раза ($0,31 \text{ см/сутки} : 0,074 \text{ см/сутки} = 4,2 \text{ раза}$). Известкование слабокислых выщелоченных черноземов, фосфоритование и внесение расчетных норм минеральных удобрений усиливают анализируемую величину до 5,2 раза ($0,46 \text{ см/сутки} : 0,089 \text{ см/сутки} = 5,2 \text{ раза}$).

Прямая зависимость показателя ежесуточного линейного прироста корней сельскохозяйственных культур от длины вегетационного периода четко проявляется в сравнении ячменя с яровой пшеницей. Так, в контроле на выщелоченных черноземах основная часть корней яровой пшеницы располагалась на глубине 0-22 см против 0-20 см ячменя. Однако линейный прирост между ними был абсолютно одинаковым – 0,22 см/сутки. Это объясняется тем, что ячмень в опытах высевали 1 мая и убирали его 30 июля – вегетационный период составил 91 день, что на 10 суток меньше по сравнению с яровой пшеницей.

Вышеотмеченные закономерности проявились на темно-серых и серых лесных почвах, но все показатели уступали выщелоченным черноземам. Например, линейный прирост корневой системы кукурузы без применения агрохимикатов был на 0,05 см/сутки меньше ($0,31 \text{ см/сутки} - 0,26 \text{ см/сутки} = 0,05$). Комплексное применение агроmeliорантов и расчетных норм NPK повышает данную разницу до 0,06 см, что является предварительной основой

первоочередного известкования и фосфоритования слабокислых выщелоченных черноземов. Данное утверждение подтверждается анализом линейного прироста корней яровой пшеницы (разница в пользу выщелоченного чернозема составляет $0,04$ см/сутки ($0,28$ см/сутки $- 0,24$ см/сутки = $0,04$) и ячменя – $0,05$ см/сутки ($0,29$ см/сутки $- 0,24$ см/сутки = $0,05$).

3.3. Плотность стеблестоя, высота растений и засоренность посевов

Плотность стеблестоя. Процессы роста и развития сельскохозяйственных культур сопровождаются двумя противоречивыми факторами. С одной стороны изучаемые зерновые культуры, кроме современных гибридов кукурузы, обладают способностью кущения, то есть из одного семени формируется 2-3 стебля с полноценными колосками. С этой точки зрения особо выделяется озимая рожь – в Среднем Поволжье, куда входит и Республика Татарстан, коэффициент ее кущения составляет 2,0-2,2 (Пономарева М.Л., 2013; 2016; 2020). По кустистости вторую позицию занимает яровой ячмень с коэффициентом кущения 1,5-2,0 (Блохин В.И., 2013; 2015; 2018). В тех же погодноклиматических условиях кустистость яровой пшеницы не превышает 1,2-1,5 (Сержанов И.М., 2011; 2013; 2017; Шайхутдинов Ф.Ш., 2004; 2006; 2010; Давлятшин И.Д., Лукманов А.А., 2016). С другой стороны, сохранить в полном объеме полученные всходы не удастся, поскольку часть всходов погибает в процессе ухода за посевами (до- и послевсходовое боронование, междурядная обработка кукурузы), часть растений повреждается вредителями и болезнями. В то же время, нельзя исключить существенное изреживание посевов из-за внутренней конкурентной борьбы между растениями в растительном сообществе за свет, влагу и элементы питания.

Кроме биологических особенностей, вышеотмеченные средние коэффициенты кущения могут иметь широкий диапазон в зависимости от влагообеспеченности и наличия термических ресурсов конкретного года, обеспеченности растений доступными элементами питания, культуры земледелия (качественный посевной материал, предпосевная подготовка семян, выполнение всех аг-

ротехнических приемов в оптимальные сроки с соответствующим качеством и др.).

Другими словами, выделить отдельно каждый элемент влияния, как на кустиность изучаемых культур, так и выпад полученных всходов не только с практической точки зрения, но и теоретической очень сложно. В связи с этим, целесообразно ограничиться анализом общей плотности стеблестоя перед уборкой урожая (табл. 20).

Таблица 20

Влияние агрохимикатов на плотность продуктивного стеблестоя изучаемых культур, 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 (без агрохимикатов)	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 (без агрохимикатов)	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 (без агрохимикатов)	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	6,8	7,3	3,4	0,44
	В	7,3	7,8	3,8	0,48
	АВ	7,3	7,8	3,8	0,48

Анализ результатов исследований показывает, что выпадение растений по объективным и субъективным причинам преобладает процесс кущения. Так, в контроле на выщелоченных черноземах было получено 420 шт./м² всходов озимой ржи. Несмотря на самый высокий коэффициент кущения этой культуры плотность стеблестоя с продуктивными колосками перед уборкой урожая в контроле составляет 402 шт./м², яровая пшеница соответственно 408 шт./м², посе́вы ячменя из-за крайне засушливого вегетационного периода 2021 г. (58% от нормы) в целом были сильно изрежены – 368 шт./м².

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.

Устойчивая тенденция роста плотности продуктивного стеблестоя сельскохозяйственных культур звена зерно-паро-пропашного севооборота под влиянием применяемых агрохимикатов сохраняется также и на темно-серых лесных почвах: прибавка плотности озимой ржи по сравнению с контролем составляет от 6,6 до 7,1%, яровой пшеницы – от 3,1 до 10,5%, ярового ячменя – от 2,4 до 5,4% и кукурузы – от 13,0 до 33,3%. 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: прибавка плотности стеблестоя озимой ржи в 2,21 раза больше ($13,3:6,0=2,21$ раза), яровой пшеницы – 2,03 раза, ярового ячменя – 2,45 раза и кукурузы – 2,82 раза.

В заключение следует отметить тенденцию некоторого снижения эффективности известкования и фосфоритования по годам исследований. Например, сохранность озимой ржи, высеянной в год применения агроメリорантов на выщелоченных черноземах, была выше контроля на 13,9%, второй год на посе-

вах яровой пшеницы она снизилась до 10,5% (табл. 21).

Таблица 21

Прибавка плотности стеблестоя озимой ржи, яровой пшеницы, ярового ячменя и кукурузы под действием применяемых агрохимикатов, % к контролю (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 (без агрохимикатов)	-	-	-	-
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	3,9	1,7	3,0	13,8
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	8,5	4,9	9,8	24,1
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	13,9	6,8	11,4	34,4
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	-	-	-	-
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	4,1	3,1	2,4	13,0
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,4	10,5	4,8	24,1
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	7,1	12,6	5,4	33,3
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	-	-	-	-
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	6,0	7,6	4,0	11,8
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	10,2	12,6	7,3	23,5
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	13,3	15,5	9,8	33,3

Из этого ряда выпадает кукуруза с самым высоким результатом прибавки плотности стеблестоя на последнем варианте опыта 34,4%. Данное противоречие на наш взгляд объясняется тем, что минеральные удобрения, внесенные под предшествующую культуру (ячмень), в острозасушливых условиях использу-

ются не в полном объеме. Они закрепляются в почвенном растворе и усваиваются в следующем году (в самом благоприятном по осадкам и термическим ресурсам 2022 г. за 4 года исследований).

Тем не менее, в целях формирования плотного продуктивного стеблестоя в зональных почвах лесостепи Среднего Поволжья известкование и фосфоритование необходимо сопровождать с внесением расчетных норм минеральных удобрений, что согласуется с результатами исследований Ю.А. Духанина (2003) в Нечерноземной зоне Российской Федерации, И.Г. Юлушева (2005) в Кировской области, И.Г. Валеева, И.Д. Давлятшина, Ф.Ш. Фасхутдинова (2003) в лесостепной зоне нашей страны и И.Н. Чумаченко, В.Я. Обущенко, В.Н. Капранова (2002) на черноземных почвах Среднего Заволжья.

Высота растений. При анализе высоты сельскохозяйственных культур звена полевого севооборота необходимо обратить внимание на положительные и отрицательные последствия изменения этого показателя в формировании агроценозов. Плюсом роста высоты растений под действием известкования слабых зонных почв, фосфоритования и внесения минеральных удобрений является существенное подавление сорной растительности, снижение непродуктивного испарения влаги с поверхности почвы. В то же время высокорослые агроценозы с плотным стеблестоем подвержены к полеганию (особенно озимая рожь, яровая пшеница и во влажные годы яровой ячмень). В результате, такие посевы больше повреждаются болезнями, но самое главное, резко увеличивается риск недобора урожая. В связи с этим, технологи полей и руководители сельскохозяйственных формирований независимо от форм их собственности должны выбрать золотую середину. Данная архиважная проблема может быть решена путем проведения предварительного математического расчета оптимальных норм внесения извести, фосфоритной муки и азотно-фосфорно-калийных удобрений с учетом агрохимических показателей зонных почв нашей республики.

Вместе с тем, при анализе высоты растений необходимо учесть и биоло-

гические особенности самой культуры. Так, невозможно сравнить 2-х метровую высоту кукурузы с высотой ячменя 0,4-0,6 м. Такая оценка должна быть внутри отдельного агроценоза с сопровождением дисперсионного анализа высоты озимой ржи, яровой пшеницы, ярового ячменя и кукурузы (табл. 22).

Таблица 22

Высота растений в зависимости от комплексного применения агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений, см (2019-2022 гг.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агроメリоранты и расчетные нормы NPK на 5 т/га зерновых единиц)	Оз. рожь	Яр. пшеница	Яр. ячмень	Кукуруза на силос с початками
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агроメリорантов)	108	86	44	168
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	114	91	50	182
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	121	98	54	194
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	138	119	58	207
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агроメリорантов)	102	80	41	152
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	101	81	41	169
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	112	94	43	183
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	120	109	50	198
Серая лесная почва	Контроль (без агроメリорантов)	96	77	40	140
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	107	82	42	168
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	118	92	49	174
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	124	104	54	187
НСР ₀₅	А	4,5	3,3	2,3	8,9
	В	6,7	3,8	2,6	10,2
	АВ	6,7	3,8	2,6	10,2

Под действием расчетных норм минеральных удобрений высота озимой ржи на выщелоченных черноземах перед уборкой урожая составила 114 см против 108 см в контрольном варианте опыта (прибавка 6 см), тогда как сочетание известкования и фосфоритования с внесением минеральных удобрений анализируемая величина увеличивается до 138 см, что превышает контроль на 27,8% (фото 6). Другими словами, эффективность комплексного применения агрохимикатов значительно выше по сравнению с отдельным внесением минеральных удобрений. Аналогичные результаты также были получены в исследованиях Ш.А. Алиева (2001), Е.И. Ломако (2001), А.Т. Сабирова (2007), А.В. Ивойлова (2015), И.И. Акановой (2021).



Фото 6. Высота и плотность стеблестоя озимой ржи Радонь (2019 г.)

На серых лесных почвах высота этого же сорта озимой ржи (Радонь селекции ТатНИИСХ) в контрольном варианте опыта оказалась на 12 см меньше по сравнению с выщелоченным черноземом, хотя в последнем варианте опыта (известкование + фосфоритование + внесение NPK) она выросла до 124 см.

Разница в пользу выщелоченного чернозема в контроле составляет 3,7%, а на фоне комплексного применения агрохимикатов – 11,3%, что является косвенным подтверждением необходимости первоочередной агрохимической интенсификации возделывания озимой ржи на выщелоченных черноземах Республики Татарстан.

При измерении высоты растений особое внимание необходимо обратить на выравненность данного показателя, поскольку агроценозы всех культур вследствие генетического расщепления содержат определенное количество высокостебельных растений, превосходящих среднюю высоту до 20%. Появление высокостебельных растений молодые специалисты иногда воспринимают как механическое или же биологическое засорение. Чтобы исключить сомнение исследователя, к какой группе относится, например, озимая рожь, измеряют высоту 25 стеблей в каждом варианте опыта, затем выделяют ее среднестатистическое значение. Полученный результат умножают на 0,2 и суммируют среднюю высоту 25-ти растений, и рассчитывают критерий оценки по формуле:

$$K = (120 \times 0,2) + 120 = 144$$

Агроценозы озимой ржи высотой с критерием до 144 относят к низкорослым (например, первые 2 варианта независимо от почвенного покрова), а остальные – к высокостебельным. Из этого правила исключается только высокостебельная кукуруза.

Вышеотмеченные тенденции и закономерности характерны и на посевах яровой пшеницы Йолдыз: на выщелоченных черноземах прибавка высоты этой культуры составила от 82 см в контроле до 119 см в фоне комплексного применения агрохимикатов (прибавка 33 см); на темно-серых и серых лесных почвах прибавка высоты составляет 29 и 22 см соответственно. Разница в пользу выщелоченного чернозема была на уровне 10 и 15 см или 9,2 и 14,4%.

Однако из этого ряда выпадает ячмень, так как высота растений имеет узкий диапазон колебания: на выщелоченных черноземах от 44 до 58 см, а на серых лесных почвах от 40 до 54 см, разница в пользу выщелоченного чернозема

всего 4 см как без применения агрохимикатов, так и их внесением. В переводе на практический язык это означает высокую зависимость почвенного покрова не только от зональных особенностей, но и погодно-климатических условий конкретного вегетационного периода (прежде всего влагообеспеченности), что подтверждается результатами анализа высоты кукурузы.

Например, в варианте с известкованием слабокислого чернозема (рН 5,4) из расчета 3,5 т/га + фосфоритование (233 кг/га д.в.) в сочетании с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность 5000 зерновых единиц с 1 га пашни высота кукурузы возрастает до 207 см против 168 см в контроле (прибавка 39 см), а на темно-серых и серых лесных почвах от 152 до 198 и от 140 до 187 см (прибавка в пользу выщелоченного чернозема в контроле 28 см (20%), а на фоне агрохимикатов эти показатели снижаются соответственно до 20 см и 11%. Несмотря на это между плотностью стеблестоя и высотой растений существует тесная корреляция на уровне 0,98-0,99; для озимой ржи, яровой пшеницы 0,76-0,85; для ячменя 0,93-0,96 и для кукурузы 0,92-0,97

Уравнение зависимости высоты озимой ржи от плотности стеблестоя ($y=0,6202x+146,9988$ на выщелоченных черноземах) и $y=0,5679x+121,018$ на серых лесных почвах имеет точку максимума в варианте комплексного применения агроулучшителей (известкование + фосфоритование) в сочетании с ежегодным применением расчетных норм азотно-фосфорно- и калийных удобрений на планируемую урожайность 5000 зерновых единиц с 1 га пашни, что характерно и для других культур звена полевого севооборота.

Таким образом, с большой уверенностью можно утверждать, что комплексное применение агроулучшителей и минеральных удобрений является основным фактором формирования плотного высокорослого стеблестоя озимой ржи, яровой пшеницы, ярового ячменя и кукурузы, как на выщелоченных черноземах, так и на темно-серых и серых лесных почвах Республики Татарстан. (графики 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

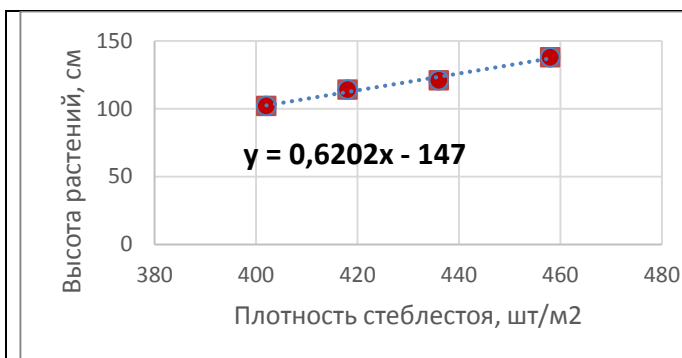


График 1. Корреляционная зависимость между плотностью стеблестоя и высотой растений озимой ржи на выщелоченном черноземе (коэф. корреляции -0,985)

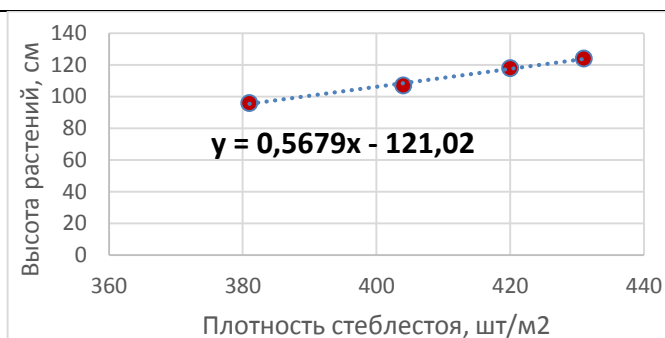


График 2. Корреляционная зависимость между плотностью стеблестоя и высотой растений озимой ржи на серой лесной почве (коэф. корреляции -0,994)

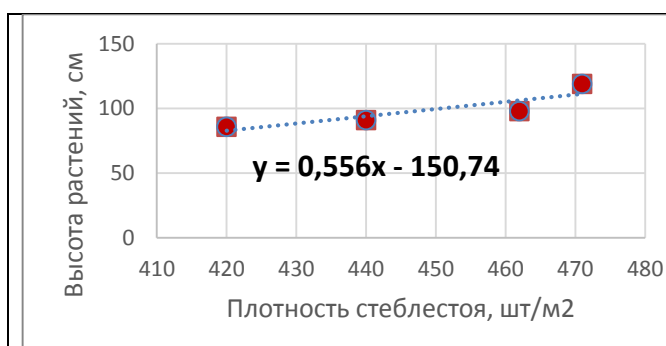


График 3. Корреляционная зависимость между плотностью стеблестоя и высотой растений яровой пшеницы на выщелоченном черноземе (коэф. корреляции -0,762)

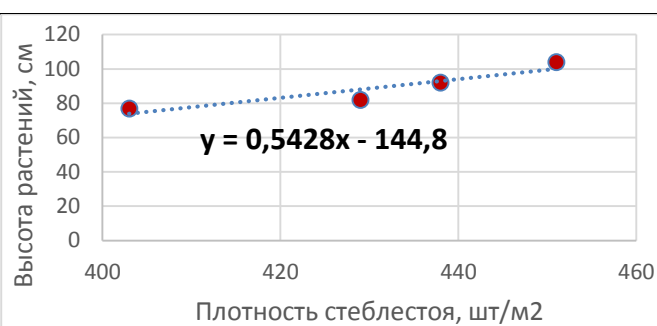


График 4. Корреляционная зависимость между плотностью стеблестоя и высотой растений яровой пшеницы на серой лесной почве (коэф. корреляции -0,853)

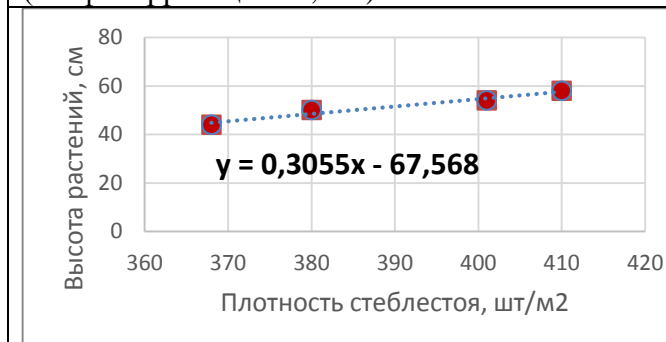


График 5. Корреляционная зависимость между плотностью стеблестоя и высотой растений ярового ячменя на выщелоченном черноземе (коэф. корреляции -0,964)

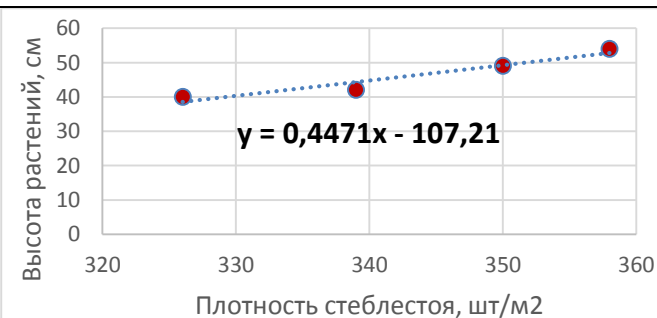


График 6. Корреляционная зависимость между плотностью стеблестоя и высотой растений ярового ячменя на серой лесной почве (коэф. корреляции -0,927)

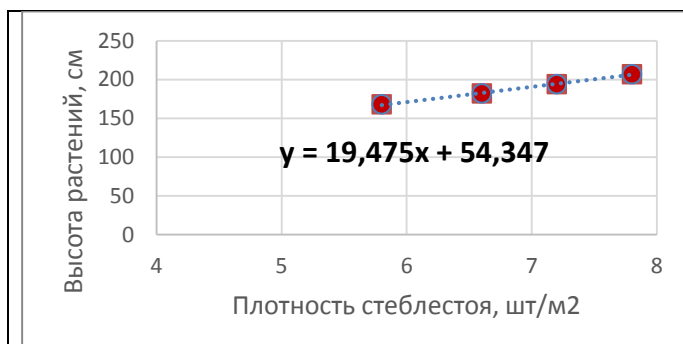


График 7. Корреляционная зависимость между плотностью стеблестоя и высотой растений кукурузы на выщелоченном черноземе (коэф. корреляции -0,997)

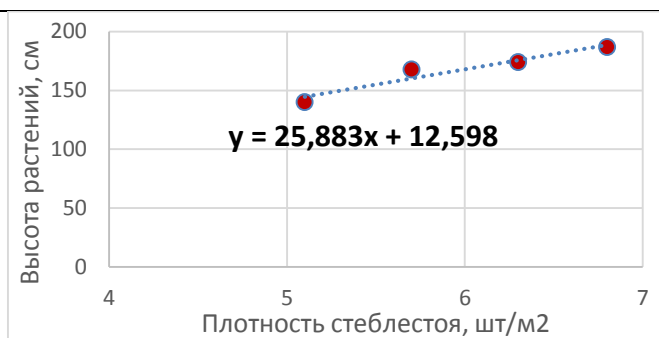


График 8. Корреляционная зависимость между плотностью стеблестоя и высотой растений кукурузы на серой лесной почве (коэф. корреляции -0,925)

Полегаемость растений. Как было отмечено выше высота растений и плотность стеблестоя в формировании высокопродуктивных агроценозов играют как положительную, так и отрицательную роль. Например, полегаемость яровых зерновых культур, кроме кукурузы напрямую зависит от двух вышеотмеченных факторов (табл. 23).

Таблица 23

Полегаемость изучаемых культур в зависимости от почвенного покрова и уровня его химизации, % (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 (без агрохимикатов)	25	20	5	-
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	36	25	8	-
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	42	32	10	2
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	45	40	10	2
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	24	15	5	-
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	35	20	6	-
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	40	26	8	2
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	40	35	10	2
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	20	15	5	-
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	30	20	6	-
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	35	25	8	1
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	35	30	10	1

Глазомерная оценка полегаемости растений позволила установить следующие тенденции и закономерности:

1. Полегаемость посевов зависит от почвенного покрова и уровня их химизации. Так, от 25% в контроле до 45% в последнем варианте опыта на выщелоченных черноземах растения озимой ржи полегли, а на темно-серых и серых лесных почвах эти показатели соответственно снизились до 24-40% и 20-35%. Столь высокий диапазон полегаемости озимой ржи (на черноземах 20%, а на серых лесных почвах 15%) объясняется тем, что она возрастает пропорционально росту режима питания растений.

2. На полегаемость посевов оказывают огромное влияние погодно-климатические условия. Так, в острозасушливом 2021 г. посевы ярового ячменя были изреженными и низкорослыми. В результате, полегаемость этой культуры была самой низкой и составила всего 5-10%. Следует также отметить отсутствие в 2021 г. ливневых осадков в фазе колошения – созревание культуры в сочетании с ураганным ветром (основные причины массового полегания сельскохозяйственных культур).

3. В данном процессе большое значение имеют и биологические особенности самих растений, особенно строение корневой системы. Полное отсутствие полегаемости кукурузы (всего 1-2% упавших растений) объясняется тем, что она имеет 4-х ярусную корневую систему. Зерно кукурузы прорастает одним зародышевым корешком, от которого образуются боковые зародышевые корни, составляющие первый ярус корневой системы. Из первого узла подземной части стебля формируются первичные корни (второй ярус). По мере развития подземных узлов стебля образуются узловые корни (третий ярус). Самое главное, после формирования надземных узлов, появляются опорные (воздушные) корни, которые углубляются в почву и принимают участие в питании растений. Мощная мочковатая корневая система этой культуры проникает в глубину 2 м, выше среднестатистического человеческого роста, но основная часть занимает 0,35-0,40 м (активный слой почвы).

Кроме корневой системы важно учитывать и строение стебля. Для придания устойчивости яровой пшенице, ячменю и озимой ржи к полеганию в процессе массового отбора и селекции были сформированы стебли с частыми междоузлиями. Пример образования междоузлий широко применяется в строении многоэтажных домов, включая сейсмоопасные зоны. У стебля кукурузы таких междоузлий нет, но ее одеревеневший стебель в десятки раз толще по сравнению со стеблем яровой пшеницы.

Засоренность посевов. Сорные растения являются основными конкурентами культурных растений за свет, элементы питания и влагу. Они в течение сотни лет чрезвычайно высоко адаптированы к местности, как правило, весной отрастают раньше, затеняя всходы ярового ячменя, яровой пшеницы и кукурузы. Стержневая или же глубокопроникающая корневая система сорняков лучше использует влагу и почвенные элементы питания.

Самое главное, коэффициент размножения семян сорных растений в десятки раз выше по сравнению с культурными растениями и выживаемость семян в почве сохраняется весьма длительный период. По этой причине, если мы хотим получить большой урожайности, выгодной с экономической точки зрения, то необходимо применять интегрированную систему защиты посевов от сорных растений.

Среди огромного количества мер борьбы с сорняками (соблюдение севооборотов, качественная основная и предпосевная обработка почвы, весенний обогрев семян, посев в оптимальные сроки с оптимальной нормой высева, интенсивный уход за посевами и мн. др.) очень важно создать благоприятные условия для формирования плотного высокорослого агроценоза возделываемых культур.

С этой точки зрения трудно переоценить значение известкования кислых и слабокислых почв в сочетании с фосфоритованием и внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц с 1 га пашни (табл. 24).

Прежде чем приступить к анализу результатов исследований влияния почвенного покрова и применения агрохимикатов следует отметить отсутствие химической прополки сорных растений во все годы исследований в силу следующих причин:

- во-первых, наличие в звене полевого севооборота озимой ржи с высоким коэффициентом кущения, ранним отрастанием весной позволяет очистить поле от сорных растений;

- во-вторых, в опытах практиковали довсходовое боронование через 4-5 дней после посева в фазе белых ниточек сорных растений, которые от прикосновения зубьев сетчатой бороны БСО-4 легко переламываются (уничтожается до 80% ранних сорняков). Кроме уничтожения сорняков боронование посевов улучшает водно-воздушный режим почвы. Неслучайно в народе данный агроприем называют «сухим поливом»;

- в-третьих, на посевах кукурузы междурядная обработка почвы с мелким окучиванием не только уничтожает сорняки в междурядках, но и в рядах;

- и, наконец, коренное улучшение почвенного покрова на основе известкования, фосфоритования и внесения минеральных удобрений, как было отмечено выше, способствовало к формированию плотного высокорослого стеблестоя, который успешно подавляет сорное сообщество.

В результате, засоренность посевов озимой ржи в зависимости от уровня химизации выщелоченного чернозема снижается от 8,6 в контроле до 4,1 шт./м², что на 0,6 и 2,2 шт./м² меньше по сравнению с серыми лесными почвами.

Вторую позицию по минимальной засоренности посевов 4-х культур занимают темно-серые лесные почвы с показателями от 5,2 до 17,4 шт./м² в зависимости от культуры и уровня их питания (5,2 шт./м² посева озимой ржи в варианте комплексного применения агрохимикатов и 17,4 шт./м² посева ярового ячменя в контрольном варианте опыта).

Наряду с рассмотрением зависимости количества сорняков на 1 м² необ-

ходимо обратить внимание и на воздушно-сухую их массу. При этом выясняется очень интересное явление – на посевах озимой ржи и яровой пшеницы воздушно-сухая масса сорных растений превышает их количество независимо от фона питания растений: в контроле на посевах озимой ржи анализируемая разница на черноземных почвах составила 1,5 г/м² против 2,5 г/м² в варианте комплексного применения агрохимикатов.

На посевах яровой пшеницы данная разница возрастает до 1,9-2,6 г/м², что характерно и для серых лесных почв с одной лишь разницей – превышение сухой массы сорных растений от их количества возрастает до 3,8 г/м² на посевах озимой ржи и 3,8 г/м² на посевах яровой пшеницы.

На этих фонах питания сухая масса сорных растений в посевах кукурузы и ярового ячменя была значительно меньше по сравнению с посевами первых двух культур звена полевого севооборота. Данное противоречие объясняется тем, что после полегания озимой ржи и яровой пшеницы сорные растения занимают верхний ярус надземного пространства и во влажных условиях конца вегетационного периода быстро набирают биомассу.

В целом, под действием агроmeliорантов и минеральных удобрений посе́вы яровой пшеницы и кукурузы переходят от средней к классу слабозасоренных по шкале В.В. Исаева (1990), посе́вы ярового ячменя – от сильной к средней, а посе́вы озимой ржи полностью относятся к классу слабозасоренных.

На посевах изучаемых культур сорные растения в основном были представлены куриным просом, различными видами осота, бодяка и особенно в 2022 г. на посевах кукурузы вьюнком полевым после острозасушливого 2021 года.

Таблица 24

Засоренность посевов изучаемых культур (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	
		шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	8,6	10,1	12,7	14,6	16,8	13,4	10,8	9,6
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	6,2	8,4	10,4	12,7	15,1	11,7	8,7	7,1
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	5,7	8,2	8,8	10,4	13,7	10,2	6,6	6,0
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	4,1	6,6	7,0	9,6	10,8	8,6	6,0	5,4
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	8,8	10,9	13,1	15,8	17,4	13,8	11,6	10,2
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	6,6	9,2	12,0	13,6	16,6	12,0	10,0	8,4
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	6,0	9,0	10,1	12,1	15,2	11,3	7,8	7,5
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,2	8,4	8,3	12,8	15,0	10,8	8,0	7,0
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	9,2	8,7	14,3	15,9	18,9	14,1	12,7	10,7
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	7,8	12,3	12,6	14,3	16,3	12,0	10,3	9,1
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	6,3	10,0	10,8	13,8	14,4	11,7	8,4	8,3
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	5,4	9,2	9,7	13,5	13,8	10,4	8,0	7,2
НСР ₀₅	А	0,82	0,63	0,91	1,03	1,23	0,93	0,74	0,72
	В	1,10	0,91	1,42	1,71	1,62	1,21	1,15	0,96
	АВ	1,10	0,91	1,42	1,71	1,62	1,21	1,15	0,96

Примечание: степень засоренности посевов определена по шкале В.В. Исаева (1990): до 10 шт./м² – слабая; с 11 до 15 шт./м² – средняя; >15 шт./м² – высокая засоренность.

Глава IV. ПЛОДОЭЛЕМЕНТЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ, ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ, КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ

4.1. Плодоэлементы озимых и яровых зерновых культур

Урожайность изучаемых культур зависит от количества продуктивных колосков на единицу площади, зерен в колоске и массы 1000 семян. Количество зерен в колоске, в свою очередь, определяется его длиной. Например, по длине колоска озимую рожь принято делить на 3 группы: длинные – свыше 12 см, средней длины – от 8 до 11 см и короткие – менее 8 см (Пономарева М.Л., 2013). Сорт озимой ржи Радонь относится к группе длинных как по параметру колоса, так и длине зерен (фото 7, 8).



Фото 7. Сравнительная оценка длины колоса зерновых культур в контрольном варианте опыта на серых лесных почвах

По длине зерна объекты исследований делятся на 3 типа:

- длинное – более 8 мм;
- средней длины – от 7 до 8 мм;
- короткое – меньше 7 мм.



Озимая рожь
(2019 г.)



Яровая пшеница
(2020 г.)



Яровой ячмень
(2021 г.)

Фото 8. Длина зерен изучаемых культур в контрольном варианте опыта на серых лесных почвах

По длине зерен озимая рожь относится к группе длиннозерных, яровой ячмень – средней длины и яровая пшеница – короткозерных.

Динамика формирования продуктивных стеблей яровых и озимых зерновых культур в зависимости от почвенного покрова и применяемых агрохимикатов подробно изложена в главе III (табл. 20). В связи с этим рассмотрим 2 наиболее значимых плодoэлементов, которые оказывают прямое влияние на формирование урожайности озимых и яровых зерновых культур (табл. 25).

Количество и масса 1000 зерен озимых и яровых зерновых культур
(2019-2021 гг.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Оз. рожь		Яр. пшеница		Яр. ячмень	
		шт./колос	масса 1000 семян, г	шт./колос	масса 1000 семян, г	шт./колос	масса 1000 семян, г
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	38,0	30,4	31,2	29,8	16,3	32,7
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	41,2	30,8	36,5	30,6	18,9	33,2
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	50,9	32,8	43,1	31,9	26,5	34,2
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	51,2	33,4	44,3	33,8	27,0	34,9
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	34,3	27,8	28,7	29,4	16,2	32,2
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	35,8	29,1	32,1	29,6	19,6	33,4
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	46,5	32,3	38,8	31,8	25,5	33,8
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	48,2	32,9	40,6	33,6	26,0	33,8
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	33,5	27,3	24,5	28,0	16,1	32,0
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	36,7	28,4	29,8	29,1	20,1	32,8
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	44,0	31,8	36,8	31,6	27,0	33,6
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	44,4	32,2	39,7	32,4	26,2	34,8
НСР ₀₅	А	2,12	0,41	2,01	0,42	1,18	0,31
	В	3,06	0,48	2,82	0,44	1,64	0,38
	АВ	3,06	0,48	2,82	0,44	1,64	0,38

На плодородных выщелоченных черноземах, вопреки многим утверждениям о неэффективности применения минеральных удобрений, в наших исследованиях заполненность колоса озимой ржи зернами увеличилась на 21,8%

($46,3:38,0 \times 100 = 121,8\%$), яровой пшеницы – 17,0, ярового ячменя – 16,0%.

Внесение этих же норм азотных, фосфорных и калийных удобрений после химической мелиорации земель (известкование) анализируемые величины повышаются соответственно до 33,9 ($50,9:38,0 \times 100 = 33,9\%$); 38,1 и 61,3%.

Следовательно, по количеству зерен в колосе озимой ржи и ярового ячменя эффективность внесения расчетных норм минеральных удобрений после известкования возрастает в 1,6 раза ($33,9:21,8 = 1,6$) и ($26,3:16,3 = 1,6$), тогда как на посевах яровой пшеницы анализируемый показатель снизился до 1,4 раза.

Особый интерес представляет комплексная химизация, сочетающая известкование с фосфоритованием слабокислых выщелоченных черноземов и с ежегодным внесением расчетных норм минеральных удобрений. В этом варианте опыта была достигнута максимальная заполненность колоса зернами: озимая рожь – 51,2 шт.; яровая пшеница – 44,3; ячмень – 27,0 шт.

Кроме существенного увеличения зерен в каждом колосе под действием применяемых агроメリорантов и минеральных удобрений повышается масса 1000 семян: озимой ржи – от 30,4 в контроле до 33,4 г (весьма существенная прибавка на уровне 3,0 г против $НСР_{05} = 0,52$ г); яровой пшеницы – от 29,8 до 33,8 (прибавка 2,4 г) и ярового ячменя – от 32,7 до 34,9 г (прибавка 2,2 г).

Аналогичная картина складывается на темно-серых и на бедных серых лесных почвах с одной лишь разницей – заполненность колоса зернами и масса 1000 семян уступает во всех вариантах и на посевах всех сельскохозяйственных культур выщелоченным черноземам. Так, в контроле на серых лесных почвах количество зерен в колосе озимой ржи было меньше на 4,5 шт. ($38,0 - 33,5 = 4,5$ шт.), яровой пшеницы – 6,7 ($31,2 - 24,5 = 6,7$) и ярового ячменя – 0,2 шт. ($16,3 - 16,1 = 0,2$). Однако от внесения НРК на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц относительно к контролю была выше по сравнению с выщелоченным черноземом: прибавка количества зерен в колосе озимой ржи составила 9,6% против 8,4% на черноземных почвах. Особенно высокая разница отмечалась на посевах яровой пшеницы – 21,6 и 17,0% и ярового ячменя – 39,3 и

16,0%.

Данное противоречие видимо объясняется тем, что на серых лесных почвах расчетная норма внесения NPK превышает выщелоченные черноземы на 106%. С другой стороны, коэффициент усвоения питательных веществ из минеральных удобрений на выщелоченных черноземах уступает серым лесным почвам.

В тех же условиях отдача от внесения минеральных удобрений после известкования и фосфоритования серых лесных почв, наоборот, ниже по сравнению с выщелоченным черноземом. Например, количество зерен в колосе озимой ржи на последнем варианте опыта на выщелоченных черноземах составило 51,2 шт., что на 6,8 шт. больше по сравнению с серыми лесными почвами. В процентном соотношении по увеличению зерен в колосе на серых лесных почвах было на уровне 32,5% ($44,4:33,5 \times 100 = 32,5\%$) против 34,7% на выщелоченных черноземах ($51,2:38,0 \times 100 = 34,7\%$), количество зерен в колосе яровой пшеницы в последнем варианте опыта на серых лесных почвах также уступало выщелоченному чернозему на 4,6 шт., ярового ячменя всего на 0,8 шт.

Преимущество комплексного применения агроメリорантов и минеральных удобрений на выщелоченных черноземах также подтверждается измерениями массы 1000 семян: озимой ржи 33,4 г против 32,9 г на темно-серых и 31,8 г на серых лесных почвах, яровой пшеницы – 33,8; 33,0; 32,4, ярового ячменя – 34,9; 33,8; 34,8 г соответственно.

Исходя из вышеизложенного с большой уверенностью можно сделать заключение о том, что в целях более полного использования ресурсного потенциала выщелоченного чернозема они подлежат первоочередному известкованию, фосфоритованию и оптимизации фона минерального питания возделываемых сельскохозяйственных культур.

Однако такое категоричное заключение не должно стать аксиомой. По мере роста материального благосостояния субъектов Российской Федерации необходимо расширить площади известкования, фосфоритования и внесения

расчетных норм минеральных удобрений не только черноземов, но и темно-серых и серых лесных почв, которые в будущем должны стать базой существенного увеличения объемов производства высококачественного зерна яровой пшеницы, озимой ржи и ярового ячменя.

4.2. Плодоэлементы кормовой кукурузы

Появление кукурузы на нашей планете покрыто мраком. В отличие от всех других интродуцированных сельскохозяйственных культур ее в дикой природе нет, поскольку кукуруза не может размножаться самосевом (в початках зерно кукурузы не прорастает, а просто сгнивает). Поэтому кукурузу называют культурой космического происхождения или подарком богов.

Несмотря на это в современном мире она занимает третье место после яровой пшеницы и риса, как по площадям, так и по валовому сбору зерна. Среди 3-х основных продуктов питания растениеводческого происхождения кукуруза является древнейшей культурой, которую целенаправленно начали возделывать 9-12 тыс. лет тому назад на территории современной Мексики.

Первое знакомство русского мира с этой культурой произошло во время русско-турецкой войны в 1768-1774 годы после перехода Крыма и Бессарабии под Российское управление, где кукуруза возделывалась повсеместно.

В становлении кукурузы в бывшем СССР большую роль сыграл Генеральный секретарь ЦК КПСС Н.С. Хрущев после знаменитого его визита в США в сентябре 1959 года. В то время в США 29% пашни занимала кукуруза и полностью была решена проблема обеспечения населения продуктами питания и кормами животноводство.

По примеру США Н.С. Хрущев настойчиво рекомендовал возделывать кукурузу повсеместно без учета ее биологических особенностей, особенно без учета термических ресурсов Урала, Сибири и утверждал, что «Кукуруза это культура, которая выведет нас к коммунизму». С его уходом в 1964 г. кукурузная лихорадка пошла на убыль и только в конце 80-ых годов прошлого столетия она вернулась на наши поля в качестве основной силосной культуры, в свя-

зи с возделываем ее по зерновой технологии с початками в молочно-восковой спелости.

В настоящее время в Республике Татарстан кукуруза на силос с початками в молочно-восковой спелости возделывается на площади 200-250 тыс. га и 50-60 тыс. га на фуражное зерно.

В связи с этим, анализ структуры урожая в зависимости от зональных особенностей почвенного покрова и уровня химизации является актуальной проблемой современного агропромышленного комплекса Российской Федерации, в том числе и Республики Татарстан, поскольку питательность кукурузных кормов зависит от долевого участия в общей биомассе початков, листьев и стеблей.

В ходе структурного анализа кукурузы выяснилось, что в общей ее биомассе без удобрений на выщелоченных черноземах на долю стебля приходится 53,9%, тогда как на серых лесных почвах масса стебля увеличивается до 56,6%.

Однако, вопреки нашим ожиданиям по мере интенсификации химической нагрузки на выщелоченных черноземах и темно-серых лесных почвах доленое участие стеблей имеет тенденцию роста: от 53,9% в контроле до 55,2% в последнем варианте опыта на выщелоченных черноземах и от 52,9% до 55% на темно-серых лесных почвах.

По утверждению Е.О. Крупина, Ш.К. Шакирова, Н.А. Казеевой (2021) в листьях кукурузы содержание элементов питания, включая сырой протеин в 1,2-1,5 раза больше по сравнению со стеблями. С этой точки зрения комплексное применение агроулучшителей и расчетных норм минеральных удобрений увеличивает массу листьев от 125 до 158 г/растение. Повышение листовой массы в последнем варианте на выщелоченных черноземах составляет 26,4% ($(158:125 \times 100) - 100\% = 26,4\%$) и от 108 до 154 г/растение на серых лесных почвах. (табл. 26).

Таблица 26

Структура биомассы кормовой кукурузы Росс 140 в зависимости от почвенного покрова и комплексного применения агроулучшителей в сочетании с внесением расчетных норм минеральных удобрений (2022 г.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агроулучшители и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Листья		Стебли		Початки	
		г/рас т.	%	г/рас т.	%	г/рас т.	%
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агроулучшителей)	125	25,5	264	53,9	101	20,6
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	131	24,2	291	53,9	118	21,9
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	144	22,2	355	54,9	148	22,9
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	158	21,9	398	55,2	165	22,9
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агроулучшителей)	116	25,6	240	52,9	98	21,5
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	121	24,3	268	53,7	110	22,0
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	135	22,6	326	54,4	137	23,0
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	156	23,6	363	55,0	141	21,4
Серая лесная почва	Контроль (без агроулучшителей)	108	26,0	235	56,6	72	17,4
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	126	26,5	261	54,8	89	18,7
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	142	26,0	298	54,6	106	19,4
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	154	25,1	325	52,9	135	22,0
НСР ₀₅	А	1,24		8,43		3,85	
	В	1,46		8,84		3,92	
	АВ	1,46		8,84		3,92	

Во времена Н.С. Хрущева орденами и медалями награждали тех, кто получал зеленую массу кукурузы более 50 т/га. При этом, содержание влаги составляло не менее 80% и в силосную яму возили 40 т/га воды ($50 \times 80 : 100 = 40$ т/га).

В связи с этим в отличие от 60-х годов прошлого столетия в настоящее время задача возделывания кукурузы коренным образом изменилась в сторону получения не рекордно высокой урожайности зеленой массы, а высокопитательного корма с початками в молочно-восковой или восковой спелости зерна. В связи с этим республиканская программа «Три по сто» предусматривает ежегодное выращивание кукурузы на зерно на площади 100 тыс. га, включая по 100 тыс. га подсолнечника и ярового рапса для производства масличного сырья, в качестве высокомаржинальных сельскохозяйственных культур. Решение данной архиважной проблемы возможно только на основе химической мелиорации земель в сочетании с внесением минеральных удобрений с учетом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан.

Такая задача вполне обоснована, так как в зерне кукурузы больше сухого вещества, насыщенного элементами питания (1 кг зерна равняется 1,14 кг зерновых единиц). По этой причине в структурном анализе большой интерес представляет влияние известкования и фосфоритования в сочетании с ежегодным внесением NPK на формирование початков этой культуры. Например, масса початков независимо от почвенного покрова под влиянием агроулучшителей и минеральных удобрений возрастает пропорционально: на выщелоченных черноземах от 101 до 165 г/растение; на темно-серых лесных почвах – от 98 до 141 г/растение; на серых лесных почвах – от 72 до 135 г/растение.

Столь резкое повышение массы початков видимо, связано с фосфоритованием слабокислых почв (фосфор не только ускоряет созревание сельскохозяйственных культур, но и усиливает формирование генеративных органов) (Виткович Н.В., 2005; Минеев В.Г., 2013; Давлятшин И.Д., Лукманов А.А., 2016; Лукманов А.А., 2021).

Кроме общей массы в получении высоких урожаев зерна кукурузы большое значение имеют такие показатели початка как количество зерен и масса 1000 семян, которые в свою очередь зависят от ее длины и диаметра (табл. 27).

Результаты измерений длины и диаметра початка, массы 1000 семян, под-

счета зерен в початке показали тесную взаимозависимость: чем больше початок по длине и диаметру, тем больше в нем семян и их масса. Так, длина початка возростала от 12,5 см в контроле до 16,1 см в варианте с комплексным применением 3-х агрохимикатов – известкование + фосфоритование + ежегодное внесение NPK на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц на типичных выщелоченных черноземах Республики Татарстан. Диаметр початка при этом увеличивается от 2,8 до 3,9 см, а количество семян в початке пропорционально возростало в 1,2 раза ($424:356=1,2$ раза).

Таблица 27

Параметры початка кукурузы и ее структура по вариантам опыта

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы NPK на 5 т/га зерновых единиц)	Длина, см	Диаметр, см	Кол-во зерен, шт./растение	Масса 1000 семян, г
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	12,5	2,8	356	198
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	13,7	3,2	378	205
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	15,3	3,6	395	224
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	16,1	3,9	424	230
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	10,8	2,6	304	194
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	11,0	2,9	321	200
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	11,6	3,5	370	215
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	14,2	3,6	386	224
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	8,9	2,4	288	172
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	9,4	2,8	316	181
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	11,9	3,1	364	193
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	12,6	3,4	397	206
НСР ₀₅	А	0,63	0,31	16,1	4,1
	В	0,84	0,38	18,3	4,8
	АВ	0,84	0,38	18,3	4,8

При анализе структуры початка следует обратить особое внимание на сравнительную оценку эффективности отдельного ежегодного применения азотно-фосфорно-калийных удобрений и на предварительно известкованных и фосфоритованных выщелоченных черноземах. Так, в варианте отдельного применения NPK количество семян в початке относительно к контролю повышается на 22 шт. ($378-356=22$ шт.), тогда как в варианте с сочетанием известкования и фосфоритования прибавка количества зерен в початке составляет 68 шт. ($424-356=68$ шт.). Эффективность NPK в последнем варианте опыта в 3,1 раза выше по сравнению с внесением минеральных удобрений на слабокислых черноземах без известкования и фосфоритования.

Вышеотмеченная закономерность характерна и для массы 1000 семян кукурузы. В сравниваемых вариантах эти показатели были на уровне 7 г ($205-198=7$ г) и 32 г ($230-198=32$ г). Разница в пользу комплексного применения агромелиорантов и минеральных удобрений по массе 1000 семян составляет 4,6 раза ($32:7=4,6$ раза).

Кроме агрохимикатов в формировании початков кукурузы большую роль играет почвенный покров. На серых лесных почвах все параметры початка во всех вариантах опыта уступали выщелоченным черноземам. Длина и диаметр початка в варианте с внесением более высоких расчетных норм NPK на известкованных и фосфоритованных серых лесных почвах были соответственно меньше на 3,5 и 0,5 см ($16,1-12,6=3,5$ см и $3,9-3,4=0,5$ см). Количество семян сформировалось на 6,8% меньше ($424:397 \times 100=6,8\%$), а масса 1000 семян уступала выщелоченным черноземам в 1,12 раза ($230:206=1,12$ раза).

Все вышеанализируемые показатели (длина, диаметр початка, количество в нем зерен и масса 1000 семян, прибавки от внесения агрохимикатов) на темно-серых лесных почвах занимали промежуточное положение: темно-серые лесные почвы уступали выщелоченным черноземам, но достоверно превосходили серые лесные почвы.

Следовательно, эффективность комплексного применения агромелиоран-

тов и расчетных норм минеральных удобрений на выщелоченных черноземах Татарстана значительно выше по сравнению с темно-серыми и серыми лесными почвами. Однако это не означает призыв к отказу от известкования, фосфорирования и внесения минеральных удобрений на этих землях, поскольку увеличение количества семян в початке, повышение массы 1000 семян кукурузы математически доказуемы (они значительно больше по сравнению НСР₀₅).

4.3. Влияние почвенного покрова и агрохимикатов на урожайность сельскохозяйственных культур звена зерно-паро-пропашного севооборота

4.3.1. Прибавка урожайности от минеральных удобрений

Известно, что 3 элемента питания (азот, фосфор и калий) являются основой роста и развития всех сельскохозяйственных культур, формирования генеративных органов растений. В связи с этим необходимо рассмотреть влияние минеральных удобрений на урожайность изучаемых культур в отдельности.

Анализ урожайности зерна озимой ржи, яровой пшеницы, ярового ячменя и зеленой массы кукурузы показывает, что влияние минеральных удобрений на продуктивность изучаемых культур звена полевого севооборота зависит от из биологических особенностей, почвенного покрова и влагообеспеченности. Например, на выщелоченных черноземах внесение N₃₄P₄₄K₃₈, рассчитанный на получение 5,0 т/га зерновых единиц озимой ржи обеспечило получение 5,34 т/га, с прибавкой урожайности 15,8% по сравнению с контрольным вариантом опыта (без удобрений).

В острозасушливом 2021 г от внесения этой же средневзвешенной нормы НРК – удобрений прибавка урожайности зерна ярового ячменя составила всего 1,1%, а во влажном 2022 г урожайность зеленой массы кукурузы с початками в молочновосковой спелости опережала контроль на 0,70 т/га зерновых единиц (прибавка 15,4%)(табл.28).

Таблица 28

Влияние почвенного покрова и агрохимикатов на валовые сборы товарного зерновых единиц
(2019-2022 гг.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы NPK на 5 т/га зерновых единиц)	Оз. рожь		Яр. пшеница		Яр. Ячмень		Кукуруза на силос с початками	
		т/га	прибавка от NPK, %	т/га	прибавка от NPK, %	т/га	прибавка от NPK, %	т/га	прибавка от NPK, %
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	4,61	-	4,12	-	1,86	-	4,54	-
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	5,34	15,8	4,66	13,1	2,08	1,1	5,24	15,4
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	5,81	26,0	5,14	24,8	2,43	30,6	6,22	37,1
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	6,12	32,8	5,35	29,9	2,68	44,1	6,85	50,9
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	4,50	-	3,70	-	1,54	-	4,06	-
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,14	13,6	4,21	13,8	1,85	20,1	4,86	20,3
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,84	29,8	5,60	51,4	1,94	26,0	5,58	37,2
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,92	31,6	5,68	53,5	2,21	43,5	6,19	52,3
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	3,14	-	2,92	-	1,73	-	3,48	-
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	4,26	35,7	4,19	43,5	1,94	12,1	4,37	25,4
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	5,18	64,9	4,76	63,0	2,28	31,8	5,34	53,2
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	5,54	76,4	5,04	72,6	2,49	43,9	6,09	74,6
НСР ₀₅	А	0,28		0,21		0,17		0,36	
	В	0,31		0,24		0,19		0,39	
	АВ	0,31		0,24		0,19		0,39	

В тех же условиях на низкоплодородных серых лесных почвах от внесения расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц было получено 4,26 т/га зерна озимой ржи, 4,19 т/га яровой пшеницы, 1,94 т/га ярового ячменя и 4,37 зерновых единиц кукурузы против 3,14; 2,92; 1,73 и 3,48 т/га соответственно в контрольных вариантах опыта.

В то же время, весьма высокие прибавки урожайности под действием минеральных удобрений (от 12,1% ярового ячменя до 35,7% озимой ржи) объясняется низкой продуктивностью 4-х культур звена зерно-паро-пропашного севооборота на серых лесных почвах в контрольном варианте опыта, что характерно и для темно-серых лесных почв.

4.3.2. Эффективность известкования слабокислых зональных почв

Как было отмечено выше известкование кислых почв имеет огромное значение в интенсификации современного земледелия.

Так, в наших исследованиях урожайность зерновых единиц озимой ржи после известкования серых лесных почв возрасла на 0,92 т/га ($5,18 - 4,26 = 0,92$ т/га); яровой пшеницы - 0,57; ярового ячменя - 0,34 и кукурузы - 0,97 т/га (весьма ощутимая прибавка урожайности). Для сравнения отметим что на выщелоченных черноземах эти показатели озимой ржи и яровой пшеницы уступками известкованым серым лесным почвам (0,47 и 0,48 т/га.), тогда как темно-серые лесные занимали промежуточное положение между ними.

4.3.3. Эффективность фосфоритования зональных почв

Разведанные запасы фосфоритной руды с содержанием фосфора от 9,6 (Каширский карьер Самарской области) до 22,5% (Ново-Шаймурзинский карьер в Республике Татарстан) составляет 288 млн 139 тыс. тонн. Эти огромные запасы фосфоритной руды в 1980-1990 гг использовались в широких масштабах. Однако, после отмены государственной субсидий на фосфоритование объемы использования фосфоритной муки резко сократились.

Между тем, фосфоритная мука одновременно выполняет две задачи: снижает кислотность почвы и обогащает ее подвижным фосфором. В результа-

те, существенно повышается продуктивность выщелоченных черноземов, темно-серых и серых лесных почв лесостепи Среднего Поволжья, в частности Республики Татарстан. Так, фосфоритование выщелоченных черноземов из расчета 233 кг/га д.в. (1 т/га в физической массе) обеспечивает дополнительное получение 0,31 т/га зерновых единиц озимой ржи ($6,12 - 5,81 = 0,31$ т/га); 0,21 т/га яровой пшеницы; 0,25 т/га – ярового ячменя; 0,63 т/га кукурузы. В сумме за 4 года прибавка от фосфоритования составила 1,40 т/га зерновых единиц. Весьма солидная прибавка урожайности культур звена полевого севооборота. Такие же высокие результаты были получены от фосфоритования слабокислых темно-серых лесных почв (1,04 т/га зерновых единиц) и особенно серых лесных почв – 1,60 т/га.

Следовательно, отдельное применение минеральных удобрений, отдельное известкование слабо-кислых зональных почв и отдельное фосфоритование существенно повышают ресурсный их потенциал. Тем не менее, сочетание химической мелиорации зональных почв с последующим ежегодным внесением расчетных норм минеральных удобрений коренным образом отличается от отдельного использования NPK- удобрений, известкования и фосфоритования.

4.3.4. Валовые сборы зерновых единиц в зависимости от комплексного применения агромелиорантов и расчетных норм минеральных удобрений

Многие молодые исследователи иногда не могут объяснить, чем отличаются кормовые единицы от зерновых единиц. При переводе урожайности любой культуры, особенно кормовых культур, на кормовые единицы в качестве эталона берется овес, поскольку 1 кормовая единица по питательности равняется 1 кг зерна овса. Понятие «Зерновые единицы» явление новое, Приказ министерства сельского хозяйства Российской Федерации под номером 330 зарегистрирован 06 июля 2017 г., в котором утверждены новые коэффициенты перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур (приложение 10).

Влияние уровня химизации зональных почв Республики Татарстан на валовые сборы зерновых единиц звена севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос (2018-2022 гг.)

Фактор А (почвен- ный по- кров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Валовой сбор зерновых еди- ниц 4-х культур, т/га	Прибавка	
			т/га	%
Выщело- ченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	15,12	-	-
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	17,32	2,20	14,6
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	19,60	4,48	29,6
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	21,00	5,88	38,9
Темно- серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	13,80	-	-
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	16,06	2,26	16,4
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	18,96	5,16	37,4
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	20,00	6,20	44,9
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	11,28	-	-
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	14,76	3,48	30,9
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	17,56	6,28	55,7
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	19,16	7,88	69,9
НСР ₀₅	А	0,56		
	В	0,64		
	АВ	0,64		

Согласно утвержденным коэффициентам перевода зерна пшеницы (яровая и озимая), ржи и ячменя равняются единице (1 кг зерна равняется 1 зерновой единице), а кукуруза на силос с початками в молочно-восковой спелости 0,17.

Стремление многих технологов полей решить проблему повышения продуктивности зональных почв Татарстана только за счет минеральных удобрений, известкования или же фосфортирования без дальнейшего внесения мине-

ральных удобрений в корне неправильное представление. Например, внесение расчетных норм азотно-фосфорно-калийных удобрений на выщелоченных черноземах обеспечило получение за 4 года 17,32 т/га зерновых единиц, что выше контроля (без удобрений и агроулучшителей) на 14,6%. На темно-серых лесных почвах данная разница повысилась до 16,4%, а в Предкамской зоне на серых лесных почвах – 30,9% (табл. 29).

В тех же погодных-климатических условиях внесение этих же расчетных норм НРК после известкования стало основой получения прибавки зерновых единиц на 29,6; 37,4; 55,7% выше по сравнению с контрольными вариантами опыта, соответственно зональным почвам нашей республики.

Продуктивность трех основных типов почв особенно резко возрастает на фоне комплексного применения агроулучшителей и минеральных удобрений (известкование + фосфоритование + НРК). В этом случае валовой сбор зерновых единиц на выщелоченных черноземах возрос до 21,00 т/га; темно-серых лесных почвах – 20,00; на серых лесных почвах – 19,16 т/га. Тем не менее, ради справедливости следует подчеркнуть, что для получения таких результатов на темно-серых лесных почвах пришлось внести минеральные удобрения в 1,65 раза больше по сравнению с выщелоченными черноземами ($191:116=1,65$ раза), а на серых лесных почвах – в 2,1 раза ($239:116=2,1$ раза).

Выше отмеченные закономерности полностью сохраняются и в пересчете продуктивности зональных почв в среднем за 4 года. Например, в среднем за 4 года прибавка от внесения НРК без известкования в зависимости от почвенного покрова составила от 0,55 до 0,87 т/га зерновых единиц против 1,12-1,57 т/га при внесении этих же норм минеральных удобрений после известкования зональных почв Республики Татарстан. Другими словами, известкование выщелоченных черноземов обеспечивает ежегодное дополнительное получение от минеральных удобрений 0,47 т/га зерновых единиц ($1,12-0,55=0,57$ т/га), темно-серых лесных почвах – 0,72 и серых лесных почвах – 0,70 т/га (табл. 30)

Продуктивность звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос в зависимости от уровня химизации зональных почв Республики Татарстан

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Валовой сбор зерновых единиц, т/га, в среднем за 4 года	Прибавка, т/га		Окупаемость НРК, кг/кг
			от агрохимикатов	от почвенного покрова	
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	3,78	-	0,96	-
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	4,33	0,55	0,64	4,74
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	4,90	1,12	0,51	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	0,46	12,67
Темносерая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	3,45	-	0,63	-
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	4,02	0,57	0,33	2,98
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	4,74	1,29	0,35	6,75
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,00	1,55	0,21	8,11
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	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	0,22			
	В	0,25			
	АВ	0,25			

4.3.5. Окупаемость минеральных удобрений

Конечным результатом целосообразности дальнейшей химизации растениеводческой отрасли агропромышленного комплекса Российской Федерации в том числе и лесостепной зоны Среднего Поволжья является их окупаемость. В нашем случае, сколько зерновых единиц возможно получить от внесения каж-

дого кг минеральных удобрений в д.в. после известкования и фосфоритования слабокислых зональных почв, поскольку кислотность почвы является серьезным ограничивающим фактором внешней среды, что четко видно при анализе данных таблицы 30. Окупаемость 1 кг внесенных минеральных удобрений без известкования выщелоченных черноземов была в 2,05 раза ниже по сравнению с фоном известкования и 2,68 раза меньше по сравнению с комплексным применением агроmeliорантов и $N_{34}P_{44}K_{38}$.

По мере возрастания расчетных норм минеральных удобрений и кислотности почвы вопросы окупаемости 1 кг д.в. NPK зерновой единицей обостряется. Этот показатель снижается до минимального уровня (2,98 кг/кг) на темно-серых лесных почвах и 3,64 кг/кг на серых лесных почвах, что ниже на 4,60 кг/кг по сравнению с вариантом химической мелиорации в сочетании с внесением $N_{93}P_{76}K_{70}$ ($8,24 - 3,64 = 4,60$ кг/кг).

В то же время окупаемость внесенных минеральных удобрений после известкования, особенно после известкования и фосфоритования возрастает на черноземах до 12,67 кг/кг, на темно-серых лесных почвах – до 8,11 и на серых лесных почвах – до 8,24 кг/кг. Для сравнения отметим, что в среднем по Республике Татарстан в зависимости от погодно-климатических условий окупаемость NPK на известкованных почвах варьирует от 4,5 до 6 кг/кг.

Таким образом, отдача от применения минеральных удобрений возрастает по мере интенсификации химической мелиорации земель в следующем порядке: выщелоченные черноземы – серые лесные – темно-серые лесные почвы.

Глава V. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПОЛУЧЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ХИМИЗАЦИИ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ

5.1. Качество зерна яровой пшеницы Йолдыз

Все факторы внешней среды, влияющие на качество полученной продукции (в нашем случае зерно и кукурузный силос), принято делить на 2 группы:

- агроклиматические (иногда их называют природными);
- антропогенные.

На первую группу факторов на первый взгляд человек не может оказать прямое воздействие, поскольку он не может регулировать термические ресурсы или же вызвать дополнительные осадки. Однако, размещая теплолюбивые культуры на склонах южной экспозиции (например, кукуруза на силос) или же путем формирования лесных полос плотной конструкции, человек может дополнительно поднять среднесуточную температуру воздуха на 2-3°C. С другой стороны, влаголюбивые культуры из класса мезофитов и гигрофитов можно размещать на низинных местах рельефа, а такие ксерофиты как гречиха, просо, подсолнечник, наоборот, на возвышенных местах рельефа. Такую систему земледелия называют агроландшафтной.

Однако антропогенные факторы, оказывающие влияние на качество зерна и кормовых культур, в том числе кукурузы, были и остаются самыми доступными и самыми эффективными.

Чтобы быть не голословными приведем такой пример. До конца 20-го века для производства макаронных и высококачественных хлебобулочных изделий зерно яровой пшеницы с высоким содержанием клейковины закупали из Канады, Бразилии и США, а в настоящее время по экспорту продовольственного зерна этой культуры Российская Федерация занимает 1 место (по 35 млн. т в последние 2 года), опережая ЕС (32 млн. т), США (27,5 млн т), Канаду (23 млн т). На долю продовольственного зерна яровой пшеницы приходится 28,4 млн. т от общего объема продаж. Естественно возникает вопрос «А что изменилось?» Ответ очень простой: изменились следующие антропогенные факторы, влияю-

щие как на объемы производства зерна, так и на качество выращенной продукции:

- упорный труд селекционеров Среднего Поволжья увенчался успехом, они вывели новые сорта, отличающиеся высоким потенциалом урожайности и качеством зерна озимой и яровой пшеницы, включая сорт Йолдыз;

- разработали и внедрили интенсивную энергосберегающую технологию возделывания пшеницы с учетом размещения ее в полевых севооборотах с учетом агроландшафта;

- опытным путем установили оптимальные нормы внесения минеральных удобрений, обеспечивающие получение экономически выгодной продукции с качественными показателями;

- освоили приемы биологизации земледелия (расширение посевных площадей культур из семейства бобовых, использование сидеральных паров, запашка измельченной соломы, массовое применение современных стимуляторов роста, хелатных форм микроудобрений, фитогормонов, биологических методов защиты растений от вредителей и болезней).

Среди мер, направленных на формирование высокопродуктивных агроценозов с соответствующими показателями качества продукции, особое место занимает известкование кислых почв в сочетании с фосфоритованием и ежегодным внесением расчетных норм минеральных удобрений (табл. 31).

Под действием изучаемых агрохимикатов такие физические свойства зерна яровой пшеницы как натура и стекловидность претерпевают существенные изменения: на выщелоченных черноземах натура зерна повышается от 740 в контроле до 768 г/л в последнем варианте опыта, стекловидность увеличивается от 55,6 до 62% соответственно. На темно-серых лесных почвах анализируемые показатели изменяются от 725 до 752 г/л и стекловидность – от 53,2 до 61,0%. Самые низкие показатели натуры зерна и его стекловидности были на серых лесных почвах: 720 и 750 г/л; 50,7 и 55,6%.

Показатели качества зерна яровой пшеницы

Фактор А (почвен- ный по- кров)	Фактор В (агромелиоран- ты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Натура зерна, г/л	Стек- ловид- ность, %	Массо- вая доля клейко- вины, %	Массо- вая доля белка, %
Выщело- ченный чернозем	Контроль (без агрохими- катов)	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 (без агрохими- катов)	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 (без агрохими- катов)	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

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

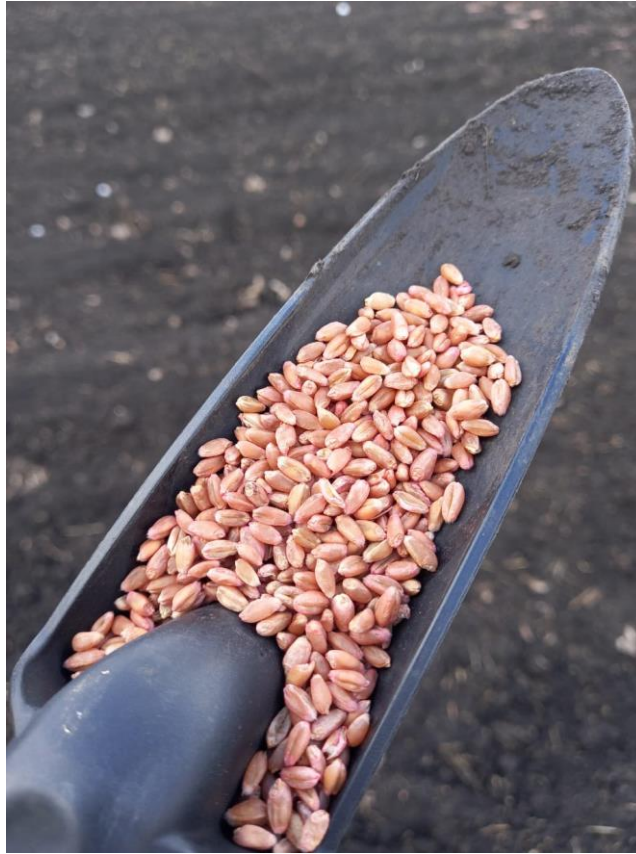


Фото 9. Общий вид яровой пшеницы второго класса качества

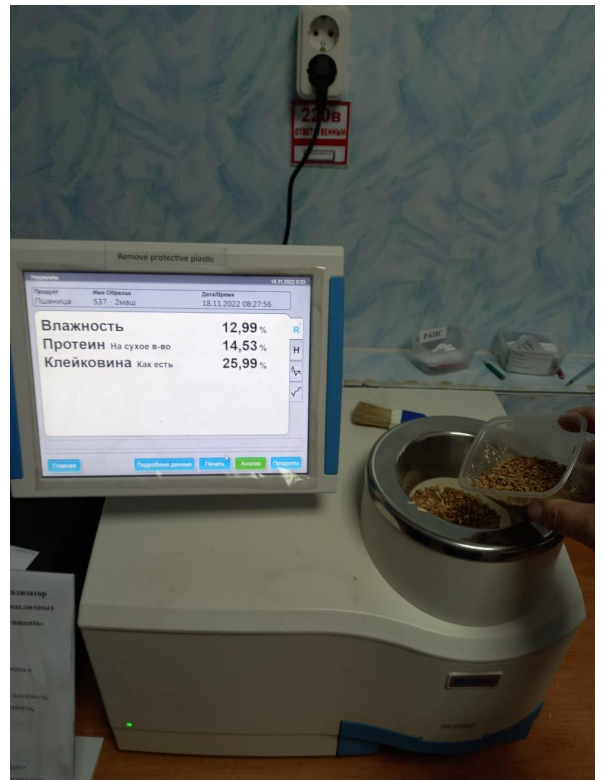


Фото 10. Определение качества зерна яровой пшеницы Йолдыз на ИК анализаторе Информатик 9500

Согласно ГОСТу 9363-90 зерно яровой пшеницы делится на 6 классов качества (табл. 32).

Таблица 32

Требования к качеству зерна мягкой пшеницы

Показатель	Ограничительные нормы по класса					
	высший	1	2	3	4	5
Стекловидность, %	60	60	60	не ограничивается		
Натура, г/л не менее	свыше 750	750	750	730	730	не ограничивается
Массовая доля клейковины, % не менее	36	32	28	23	18	не ограничивается
Массовая доля белка, % не менее	свыше 14,5	14,5	13,5	12,0	10,0	не ограничивается

Согласно этой классификации зерно яровой пшеницы, полученное на выщелоченных черноземах с известкованием, фосфоритованием и применением NPK 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. Другими словами, почвенный покров наряду с комплексным применением агрохимикатов оказывает большое влияние на качество зерна яровой пшеницы

5.2. Качество зеленой массы кукурузы на силос Росс 140

Качество зеленой массы кукурузы зависит от подбора гибрида, технологии выращивания (сроки и нормы высева), засоренности посевов, сроков уборки и высоты среза. Например, при чрезмерном увеличении густоты стеблестоя общий объем силосной массы с единицы площади увеличивается до определенного уровня, но происходит существенное снижение доли початков и зерна, что в целом снижает энергетическую ценность конечной продукции – силоса.

При ранних сроках уборки, чтобы избежать потерь сока зеленой массы

приходится добавлять 15-20% сухой измельченной соломы, а при поздних сроках уборки ухудшается измельчение зеленой массы и крупные частицы плотно не утрамбуются, остается воздух и усиливаются процессы образования в силосе масляной кислоты. Самое главное, силос с крупными частицами плохо поедается животными и снижается его переваримость.

При высоте среза кукурузы 40 см урожайность зеленой массы снижается на 30%, а сухое вещество – 20%, но повышается качество силоса за счет изменения соотношения «зеленая масса: початки с зернами в восковой спелости» (Новиков В.М., Кольцов Д.Н., 2015; Никитин А.Н., Пузик А.А., Демьянова Л.А., 2017; Прудников А.Д., Никитин А.Н., Пузик А.А., 2017).

В целом, в лесостепной зоне Среднего Поволжья кукурузу рекомендуется убирать на силос в первой декаде сентября на высоте среза 10-15 см в восковой спелости початков с содержанием сухого вещества всего растения 30-35%.

Кроме вышеотмеченных условий на питательность зеленой массы кукурузы огромное влияние оказывает уровень химизации зональных почв нашей республики.

Содержание сухого вещества изменяется от 34,3% на выщелоченных черноземах до 36,5% на серых лесных почвах в контрольных вариантах опыта (без агрохимикатов). Химическая мелиорация зональных почв Республики Татарстан в сочетании с внесением расчетных норм минеральных удобрений становится причиной несущественного снижения сухого вещества в зеленой массе этой культуры: на выщелоченных черноземах содержание сухой массы снижается от 34,3 в контроле до 33,4% в последнем варианте опыта; на темно-серых лесных почвах снижение сухого вещества составляет 1,7%, а на серых лесных почвах – всего 0,7%.

В отличие от сухого вещества содержание сырого протеина в зависимости от уровня химизации зональных почв имеет более широкий диапазон. На выщелоченных черноземах в пользу комплексного применения агромелиорантов и НРК по сравнению с контролем составляет 2,6% (в контроле со-

держание сырого протеина 12,1%, а в последнем варианте опыта 14,7%), на темно-серых лесных почвах 2,3% и на серых лесных почвах – 2,9% (табл. 33).

Таблица 33

Показатели качества зеленой массы кукурузы в зависимости от уровня химизации зональных почв Республики Татарстан, % на абс. сухое вещество

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Сухое вещество	Сырой протеин	Переваримый протеин	Сумма сахаров	Сахаро-протеиновое соотношение
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	34,3	12,1	9,1	13,6	1,5:1
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	33,7	12,8	9,6	14,8	1,5:1
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	33,5	13,6	10,2	15,0	1,5:1
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	33,4	14,7	11,0	15,3	1,4:1
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	35,8	10,8	8,1	12,1	1,5:1
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	34,6	11,2	8,4	12,8	1,5:1
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	34,4	12,3	9,2	13,0	1,4:1
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	34,1	13,1	9,8	13,4	1,4:1
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	36,5	8,7	6,5	11,6	1,8:1
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	35,2	9,2	6,9	12,1	1,8:1
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	35,0	10,4	7,8	12,4	1,6:1
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	34,8	11,6	8,7	12,8	1,5:1

Во всем мире кормопроизводство веками характеризуется напряженностью двух факторов: дефицит белка и дисбаланс питательных веществ в кор-

мах, прежде всего сахаро-протеинового соотношения.

Для решения проблемы дефицита сахара в 80-ые годы прошлого столетия массово возделывали и заготавливали на зиму кормовую свеклу из расчета 5 т на 1 голову крупно-рогатого скота. Для выполнения этой задачи за каждой крестьянской семьей закрепляли по 0,5 га кормовой свеклы. В годы перестройки в связи с массовым сокращением сельского населения вопросы обеспечения животных суммой сахаров пытались решить за счет интродукции новой культуры – сорго-суданской травы с высоким содержанием суммы сахаров. В Алексеевском районе Республики Татарстан создали семеноводческое хозяйство, разрабатывали приемы возделывания сорго-суданской травы на зеленую массу и семена, настойчиво рекламировали эту культуру также, как и виды райграса в начале 21-го века. Однако новая идея не пошла в массовом порядке в сельскохозяйственное производство нашей республики в связи с тем, что урожайность семян теплолюбивой сорго-суданской травы была очень низкой и с экономической точки зрения убыточной, а райграсс быстро выпадал из состава травостоя из-за низкой конкурентоспособности и частого вымерзания в зимний период.

Между тем зеленая масса кукурузы отличается чрезвычайно высоким содержанием суммы сахаров (11,6-13,6% в абсолютно сухой массе) и его содержание под действием агромелиорантов и минеральных удобрений возрастает на выщелоченных черноземах до 15,3% в варианте комплексного применения агромелиорантов (известкование + фосфоритование) в сочетании с ежегодным внесением расчетных норм минеральных удобрений. Этот же показатель на темно-серых лесных почвах снизился до 13,4%. Общая тенденция роста содержания суммы сахаров по мере химической интенсификации сохранилась 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, что превышает нормативные показатели 0,8-1,0:1. 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).

Таким образом, возврат кукурузы на наши поля, создание оптимальных условий для ее роста и развития позволили снять с повестки дня вечную ост-рейшую проблему соотношения в рационе кормления животных суммы сахаров к переваримому протеину.

Во многом благодаря этому надои молока в Республике Татарстан вплотную приблизились к отметке 11 тыс. литров в год на 1 дойную корову.

5.3. Влияние агромелиорантов и минеральных удобрений на качество зерна озимой ржи Радонь

Озимая рожь на Руси была самой распространенной и универсальной культурой. Ржаное зерно использовали для приготовления хлеба, в кормопроизводстве, получении крахмала, спирта, солода. Ржаной хлеб до сих пор считается диетическим продуктом питания, поскольку в отличие от пшеничного хлеба он вымывает из организма человека холестерин, излишнее накопление которого является основной причиной сердечно-сосудистых болезней (инсульт, инфаркт занимают 1-ое место среди причин смертности населения Российской Федерации).

Озимая рожь обладает высокой адаптационной способностью. Она более эффективно использует осенние и весенние запасы влаги, индекс стабильности урожая этой культуры в 1,5-2,0 раза выше по сравнению с другими яровыми зерновыми культурами и неслучайно в народе ее называют «страховой культурой». Более емкое определение значимости озимой ржи звучит следующим образом «Кто выращивает рожь, тому не угрожает голод и болезни, он будет сыт и богат». В старину именно ржаной хлеб обеспечивал людей необходимым количеством микроэлементов, минеральных солей, витаминов и позволял избегать авитаминоза. Несмотря на развитие овощеводства по медицинским нормам

потребность человека в ржаном хлебе и ржанных хлебобулочных изделиях составляет 20 кг/год. Для выполнения этой задачи в Республике Татарстан с населением 4 млн. человек ежегодно необходимо заготовить 80 тыс. т зерна озимой ржи, возделывая ее на площади 20 тыс. га и получая хотя бы 4 т/га зерна. Наряду с этим необходимо решить вопросы повышения качественного состава зерна этой культуры: натура зерна, содержание белка, сырого жира, сырой клетчатки, суммы сахаров, которые имеют динамику роста по мере повышения уровня химизации зональных почв нашей республики.

Среди всех показателей качества зерна озимой ржи наибольшую роль играет число падения, которое позволяет судить о состоянии крахмала и активности расщепляющих крахмал ферментов (амилаз). В лабораторных условиях для измерения числа падения в секундах, как правило, используют прибор ПЧП-7.

По числу падения ржаную муку делят на 4 класса (ГОСТ 16990-88):

- 1 класс более 200 сек. Такое зерно целесообразно использовать в качестве улучшителя зерна 3-го класса. К сожалению, ни в одном варианте опыта нам не удалось достичь такого высокого показателя, даже на тучных выщелоченных черноземах Татарстана. Это видимо, связано с термическими ресурсами и влагообеспеченностью;

- 2 класс – рожь с числом падения от 200 до 140 сек. Такое зерно при переработке в муку гарантирует хорошие хлебопекарные свойства (пышный, вкусный, полезный ржаной хлеб). К этому классу относятся все варианты опыта, включая контроль (156 сек.), на выщелоченных черноземах (182 сек.) и все варианты на темно-серых лесных почвах (от 148 до 170 сек.);

- 3 класс – рожь с числом падения менее 140 сек. (до 80 сек.). Этому классу соответствует 2 варианта опыта на серых лесных почвах Татарстана – контроль (126 сек.) и вариант применения расчетных норм минеральных удобрений без известкования (135 сек.). Даже в этом случае нет проблем для расстройства. Такое зерно можно повторно сортировать, отделяя мелкие зернышки или же в качестве – улучшителя использовать зерно ржи, выращенное на вы-

щелоченных черноземах Республики Татарстан (табл. 34);

Таблица 34

Число падения ржаной муки в зависимости от приемов применения агромелиорантов и минеральных удобрений на зональных почвах Республики Татарстан

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Число падения, сек.	Прибавка от:	
			агрохимикатов	почвенного покрова
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	156	-	30
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	164	8	29
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	170	14	29
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	182	26	28
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	148	-	22
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	153	5	18
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	160	12	18
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	170	22	16
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	126	-	-
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	135	9	-
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	142	16	-
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	154	28	-

- 4 класс – рожь с числом падения менее 80 сек. относится к группе кормового назначения. Причиной столь некачественного зерна ржи, может быть, прораствание семян в колосках, упущение оптимальных сроков послеуборочной переработки (сортировка и сушка), массовое поражение спорыньей или же вредителями.

5.4. Качество фуражного зерна ярового ячменя

Ячмень в Республике Татарстан является основной фуражной культурой в

силу следующих причин:

- белок ячменя содержит все незаменимые аминокислоты, включая особо дефицитные и ценные – лизин и триптофан. При недостатке лизина нарушается отложение белка в организме животных, происходит развитие анемии и недоразвитие костной ткани. Для сравнения отметим, что содержание лизина в зерне мягкой яровой пшеницы на 30-35% меньше, чем в зерне ярового ячменя;

- в кг зерновых единиц в зерне ячменя содержится 1,27 кормовых единиц и 100 г переваримого белка. Более того, содержание в зерне ячменя гордена подавляет грамположительные бактерии, что благоприятно сказывается на здоровье взрослых животных, поросят и телят на откорме;

- в последние годы роль ячменя как кормовой культуры значительно возросла в связи с тем, что появились высокоэффективные закваски для заготовки плющенного зерна этой культуры. По утверждению В.И. Блохина (2013, 2020) усвояемость консервированного плющенного зерна повышается на 5-8% по сравнению с обычным фуражным зерном;

- двухрядные формы ячменя с выравненными крупными зернышками с высоким содержанием крахмалистых веществ испокон веков используются в производстве древнейшего напитка – пива;

- благодаря высокой адаптивности современных сортов ячменя, в том числе сорта Камашевский (ТатНИИСХ), к почвенно-климатическим условиям он возделывается во всех зональных почвах Татарстана и показывает чрезвычайно высокую отзывчивость на комплексное применение агроулучшителей и расчетных норм минеральных удобрений.

Сырой протеин. 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), а в варианте применения трех агрохимикатов (известкование + фосфоритование + внесение НРК) данная разница достигает 2,6% - для сырого протеина достаточно высокая разница в пользу известкования, фосфоритования

и ежегодного внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений (табл. 35).

Таблица 35

Химический состав зерна ярового ячменя, % на абсолютно сухое вещество

Фактор А (почвен- ный по- кров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы NPK на 5 т/га зерновых единиц)	Сырой проте- ин	Сы- рой жир	Сумма саха- ров	Сырая клет- чатка
Выщело- ченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	14,8	3,4	8,5	38,7
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	15,3	3,8	8,0	35,2
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	16,1	4,2	7,4	35,0
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	17,4	4,4	7,1	34,2
Темно- серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	13,2	3,1	6,3	39,6
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	14,3	3,4	5,8	36,4
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	14,8	3,8	5,4	35,8
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	15,4	4,0	5,0	35,0
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	12,0	2,5	5,2	41,2
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	13,2	2,7	4,9	38,5
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	14,1	3,0	4,5	37,7
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	14,6	3,2	4,1	36,8

На выщелоченных черноземах комплексное применение агрохимикатов обеспечивает дополнительное получение 199,9 кг/га сырого протеина, что выше контроля на 75% ($466,3:266,4=75\%$). В этом же варианте опыта ресурсный потенциал выщелоченного чернозема составил 102,8 кг/га сырого протеина по сравнению с серыми лесными почвами, несмотря на внесение минеральных удобрений более чем в 2 раза больше (табл. 36).

Валовой сбор сырого протеина ярового ячменя по вариантам опыта

Фактор А (почвен- ный по- кров)	Фактор В (агромелиоранты и рас- четные нормы NPK на 5 т/га зерно- вых единиц)	Вал. сбор сырого проте- ина, кг/га	Прибавка, кг/га от:	
			NPK	почвен- ного по- крова
Выщело- ченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	266,4	-	58,8
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	318,2	51,8	62,1
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	391,2	124,8	69,7
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фос- форитование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	466,3	199,9	102,8
Темно- серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	203,3	-	-
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	264,6	61,3	-4,30
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	287,1	83,8	8,50
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфо- ритование 233 кг/га д.в.+ N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	340,3	137,0	18,8
-Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	207,6	-	-
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	256,1	49,0	-
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	321,5	113,9	-
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фос- форитование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	363,5	155,9	-

На темно-серых лесных почвах по валовому сбору сырого протеина с 1 га пашни эффективность применения агрохимикатов как в отдельности, так и в комплексе оказалась ниже по сравнению с серыми лесными почвами. Такое противоречие объясняется тем, что валовой сбор зерновых единиц по всем вариантам опыта оказался ниже из-за меньшего количества выпавших осадков в 2021 г. в Западной и Северо-Западной зонах нашей республики (темно-серые лесные почвы) по сравнению с Предкамской зоной (серые лесные почвы).

В целом содержание сырого протеина в зерне ярового ячменя соответствует зоотехническим требованиям (14-17%), кроме контрольных вариантов

на темно-серых лесных и серых лесных почвах, что является неоспоримым доказательством необходимости известкования, фосфоритования и ежегодного внесения расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5000 зерновых единиц с 1 га пашни.

Сырой жир. Ю.С. Колягин (2002), Ф.Н. Сафиоллин (2008), Г.С. Миннуллин (2008), В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов (2008), И.Б. Абакумов (2012), Р.М. Низамов (2018), М.М. Хисматуллин (2019) подчеркивают: «Сырой жир – источник энергии всех организмов животного происхождения, в состав которого входят глицериды, эфирорастворимые жирные кислоты, стероиды, стеарины, жирорастворимые витамины и некоторые азотсодержащие вещества. При расщеплении 100 г жира в организме животного образуется 107 г воды, что имеет важное значение в водном обмене и терморегуляции». Наряду с высокой энергетической ценностью жиры являются источником незаменимых жирных кислот – линолевая, линоленовая, арахидоновая.

А.П. Калашников (1985) считает: «Количество жира в рационах коров должно находиться в пределах 35-40 г на одну кормовую единицу (250-500 г на голову) или 60% от количества жира, выделенного с молоком».

Содержание сырого жира в растениях зависит от их генетических свойств. Для примера, среди масличных культур по содержанию жира особо выделяются подсолнечник (45-50%), яровой рапс (40-42%), арахис, соя, хлопчатник и кукуруза (Низамов Р.М., 2018).

Кроме генетических свойств большое влияние на содержание сырого жира оказывают еще два фактора: оно увеличивается по мере созревания зерна и уровня химизации изучаемой культуры. Например, содержание сырого жира независимо от почвенного покрова под влиянием минеральных удобрений возрастало: на выщелоченных черноземах от 3,4 в контроле (без агрохимикатов) до 3,8% при внесении $N_{34}P_{44}K_{38}$; на темно-серых лесных почвах – 3,1 и 4,0%, а на серых лесных почвах – 2,5 и 3,2%. То есть, среди 3-х зональных почв Татарстана более высокое накопление сырого жира происходит на выщелоченных

черноземах. Кроме того, содержание сырого жира напрямую связано с известкованием кислых и слабокислых почв, фосфоритованием и внесением минеральных удобрений. В вариантах комплексного применения агроメリорантов и минеральных удобрений содержание сырого жира в зерне ячменя возрастает от 3,4 в контроле до 4,4% на выщелоченных черноземах, от 3,1 до 4,0% на темно-серых лесных почвах и от 2,5 до 3,2% на серых лесных почвах против более 3% по зоотехническим требованиям.

Следовательно, зерно ярового ячменя, выращенное на выщелоченных черноземах, темно-серых лесных почвах и серых лесных почвах, кроме первых 2-х вариантов опыта, на фоне агрохимикатов по содержанию сырого жира соответствует зоотехническим нормам кормления животных и, нет необходимости дополнительного приобретения жмыха или шрота масличных культур.

Сумма сахаров. Среднее Поволжье относится к регионам Российской Федерации, где в широких масштабах возделывается сахарная свекла (в Республике Татарстан ежегодные объемы производства составляют более 2 млн. т сахарных корнеплодов) и, казалось бы, никаких проблем с обеспечением животных сахарами не должно быть.

Однако аграрии быстро выяснили, что реализация сахарной свеклы и закупка на эти средства зернофуража с кормовыми добавками экономически более выгодно по сравнению с прямым скармливанием.

Данную проблему хозяйства, расположенные вблизи сахарных заводов, пытаются решать за счет жомы, что также не подходит современным требованиям в силу таких причин как:

- жом – это брага с низкой концентрацией алкоголя. В начальном этапе продуктивность животных резко увеличивается, затем быстро затухает (коровы становятся алкоголичками);

- производимая продукция (мясо, молоко и продукты их переработки) не соответствует требованиям «халяльной» продукции. По этой причине почти единственная возможность выхода на международный рынок мусульманской

продукции перекрывается.

Другими словами, проблема сбалансирования кормов по сахаро-протеиновому соотношению была и остается актуальной до настоящего времени.

Так, в зерне ячменя по мере повышения уровня химизации его выращивания имеет тенденцию снижения на всех зональных почвах нашей республики: на выщелоченных черноземах ее содержание снижается от 8,5% в контрольном варианте опыта до 7,1% в варианте известкования, фосфоритования и ежегодного внесения расчетных норм минеральных удобрений; на темно-серых лесных почвах – соответственно от 6,3 до 5,0 и на серых лесных почвах – от 5,2 до 4,1%. По этой причине сахаро-протеиновое соотношение в фуражном зерне ярового ячменя не соответствует научно-обоснованным минимальным нормам кормления дойных коров 0,8:1, а стельных коров – 1,2:1. В связи с этим кукурузный силос в рационе животных обязательно должен присутствовать.

Сырая клетчатка. В 80-ые годы прошлого столетия в рационе животных повсеместно использовали солому ярового ячменя, озимой ржи, гороха и проблемы обеспечения КРС клетчаткой не было.

В связи с переходом на биологизированные системы земледелия и появлением зерноуборочных комбайнов с измельчителями сейчас солома остается на наших полях. Между тем, сырая клетчатка имеет большое значение в кормлении животных. Она усиливает процессы пищеварения, повышает переваримость жиров и углеводов, участвует в образовании уксусной кислоты – предшественника масла и молочной продукции (Вавилов П.П., Посыпанов Г.С., 1980; Бикбулатов З.Г., 1997; Зыков Ю.Д., 1998; Измestьев В.М., Маркина А.Г., Максимова Р.Б., Виноградова И.В., 2003; Klapp E., 1967; Jokela M., 1990). С учетом изменившихся условий в современном кормопроизводстве также необходимо рассмотреть содержание и сырой клетчатки в зерне основной фуражной культуры ярового ячменя.

На содержание сырой клетчатки в зерне ярового ячменя оказывают про-

тивоположное влияние два фактора. Во-первых, под действием агрохимикатов содержание сырой клетчатки снижается с 41,2% в контроле на серых лесных почвах до 34,2% в варианте комплексного применения агроmeliорантов и NPK на выщелоченных черноземах. Во-вторых, чем ниже естественное плодородие почвы, тем выше содержание сырой клетчатки в зерне ярового ячменя. Однако это не означает призыв к отказу от известкования кислых почв и внесения минеральных удобрений на посевах этой культуры.

Во многих развитых сельскохозяйственных формированиях проблему сырой клетчатки решают очень просто на основе возделывания ярового ячменя в составе кормосмесей (ячмень + горох + яровая пшеница) и закладки измельченной массы в фазе молочно-восковой спелости зерна вместе с соломой на сенаж или полиэтиленовые рукава с использованием специальных заквасок.

Таким образом, подробный анализ химического состава сельскохозяйственных культур звена полевого севооборота: озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос позволяет с большой уверенностью утверждать, что:

- качество конечной продукции можно регулировать в нужную нам сторону на основе химизации с учетом зональных особенностей почвенного покрова нашей республики;

- есть возможность обеспечить население диетическим ржаным хлебом, высококачественными пшеничными хлебобулочными изделиями собственного производства;

- полностью удовлетворить потребности общественного и частного животноводства сбалансированными по соотношению питательных веществ кормами и высокопитательным фуражным зерном.

Глава VI. ВЛИЯНИЕ АГРОМЕЛИОРАНТОВ И РАСЧЕТНЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В настоящее время в мире обрабатывается 1,5 млрд. га пашни, а население земного шара на 1 ноября 2011 г. составило 7 млрд. человек против 1 млрд. в 1820 году. Тенденция роста рождаемости сохранится и в будущем (по прогнозу ООН к 2050 г. население увеличится до 9,6 млрд. человек). На каждого жителя планеты пока приходится 0,21 га пашни (средний размер огорода жителя села Российской Федерации). В будущем обеспеченность пашней сократится до 0,14 га/человек не только из-за роста населения, но и отвода земель под строительство населенных пунктов, объектов промышленности, гидроэлектростанций, добычи полезных ископаемых и, самое главное, из-за усиления эрозионных процессов антропогенного характера. Естественно, крайне ограниченные площади обрабатываемой пашни не могут обеспечить всех людей зерном, овощами и животноводческой продукцией в полном объеме. В настоящее время 40% населения не доедают, 40% переедают и только 20% питается нормально.

Существующее положение осложняется тем, что около 50% мировой пашни нуждается в известковании или же, наоборот, в гипсовании. Более того, увеличение продуктивности обрабатываемой пашни без применения органических, минеральных удобрений, сидеральных паров, современных биологических препаратов с содержанием легкоусвояемых аминокислот, хелатных форм макро- и микроэлементов не только с практической, но и теоретической точки зрения, невозможно. В связи с этим, изучение влияния агромелиорантов и минеральных удобрений на физико-химические свойства зональных почв является основой дальнейшего развития агропромышленного комплекса лесостепной зоны Среднего Поволжья.

6.1. Интенсивность накопления пожнивно-корневых остатков

По мнению Ш.А. Алиева (2001), В.А. Аксанова (2005), М.Ю. Гилязова, М.Р. Муратова (2012), И.Х. Габдрахманова, Р.И. Сафина (2014), А.З. Каримова (2015) и многих других накопление пожнивно-корневых остатков зависит от

биологических особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур (табл. 37).

Таблица 37

Сравнительная оценка интенсивности накопления воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков изучаемых культур в зависимости от уровня химизации зональных почв Республики Татарстан, 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 (без агрохимикатов)	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 (без агрохимикатов)	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 (без агрохимикатов)	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.

В то же время накопленный опыт (Ломако Е.И., Бакиров Н.Б., 2007; Салихов А.С., 2008; Сафиоллин Ф.Н., 2008; Миннуллин Г.С., 2008) показывает, что на рост и развитие корневой системы всех культур большое влияние оказывает плодородие зональных почв и уровень их химизации. Поскольку 70-75% гумуса восстанавливается именно за счет пожнивно-корневых остатков сельскохозяйственных культур (Шпаков А.С., Савченко И.В., Якушев Д.В., 2001; Хамова О.Ф., Воренкова Н.А., 2002; Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш., 2013; Сочнева С.В., 2013) очень важно разработать приемы интенсификации этого процесса.

Среди 4-х культур звена полевого севооборота по накоплению пожнивно-корневых остатков не было равных гибридной кукурузе Росс 140. В активном слое почвы выщелоченного чернозема после уборки кукурузы 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., $N_{34}P_{44}K_{38}$, что выше контроля на 93%.

Для достижения таких же высоких результатов на серых лесных почвах необходимо было увеличить нормы внесения извести до 4,25 т/га д.в. и минеральных удобрений до $N_{93}P_{76}K_{70}$. Несмотря на двойное повышение норм внесения минеральных удобрений прибавка анализируемой величины на серых лесных почвах уступала выщелоченному чернозему на 1,95 т/га ($8,96-7,01=1,95$ т/га). То есть объемы оставшихся после уборки кукурузы воздушно-сухой массы в виде корней и стеблей на высоте среза 0,2 м зависят от двух факторов:

- естественное плодородие почвы;
- уровень химизации почвенного покрова.

Из двух вышеотмеченных факторов лидирующее положение занимают агроmeliоранты и минеральные удобрения. Например, на темно-серых лесных почвах накопление пожнивно-корневых остатков уступало выщелоченному чернозему на 16% ($4,65:4,01=16\%$), а от применения агрохимикатов данный показатель увеличился до 90% ($7,63:4,01=90\%$).

Второе место по интенсивности накопления воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков принадлежит озимой ржи 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 лесных почвах и от 3,22 до 6,12 – на серых лесных почвах. Столь высокие объемы пожнивно-корневых остатков под озимой рожью объясняется тем, что ее вегетационный период составляет 365 дней против 102 у яровой пшеницы, 92 дня ярового ячменя и 102 дня кукурузы на силос. С другой стороны, эффект известкования и фосфоритования в первый год проявляется на озимой ржи более сильно по сравнению с последующими годами. Поэтому минимальное количество пожнивно-корневых остатков после уборки ячменя (1,46-3,03 т/га) на выщелоченных черноземах, (1,32-2,79 т/га) – на темно-серых лесных почвах и (1,28-2,67 т/га) – на серых лесных почвах объясняется не только крайне недостаточной влагообеспеченностью, но и фактором снижения эффекта известкования и фосфоритования по истечении времени – 3 года.

В целом, известкование, фосфоритование и внесение расчетных норм минеральных удобрений способствовали формированию мощной корневой системы всех 4-х культур звена полевого севооборота на 70-90% выше контроля в зависимости от почвенного покрова Республики Татарстан.

6.2. Интенсивность минерализации органической массы

Светлые умы человечества считают главным условием формирования плодородного слоя почвы разложение оставшей после отмирания растений органической массы (пожнивно –корневые остатки и измельченная солома) (Вильямс В.Р., 1922; Востров И.С., 1961; Тимирязев К.А., 1948). Основоположник дернового процесса В.Р. Вильямс (1863-1939) утверждал, что в лесу за счет ежегодного опада листьев, осыпания коры и поломанных веток образуется мягкая подстилка, которая полностью впитывает осадки и исключают испарение. В связи с этим, ксерофитные деревья (сосна, ель, лиственница) отмирают и в осветленном лесу появляются дикие верховые злаковые травы (кострец без-

остый, овсяница луговая, тимофеевка луговая, виды райграса, лисохвост луговой и мн. др.). Лес постепенно превращается в луга, а луга «питают пашню». Промежуток времени перехода леса в луга очень и очень продолжителен. Для создания 1 см плодородного слоя почвы природе требуется 100 лет. Процесс разложения органической массы можно ускорить, создавая более благоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, бактерий, беспозвоночных животных (главным образом дождевых червей). Определить какие из них работают, а какие пользуются чужим трудом затруднительно. По этой причине биологическую активность почвы в настоящей работе определяли по разложению льняной ткани, заложенной после уборки урожая на глубину 0-20 см (рис. 7).

Через 5 лет после химической мелиорации и ежегодного применения расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц биоактивность выщелоченного чернозема достигла 37% против 26% в контроле; на темно-серых лесных почвах – от 23 в контроле до 33% в варианте комплексного применения агрохимикатов и на серых лесных почвах соответственно 22 и 30%.

Отдельное внесение азотно-фосфорно- и калийных удобрений с расчетом на получение 5 т/га зерновых единиц с точки зрения повышения биоактивности почвы не оправдывает наши ожидания. Эффективность целлюлозоразлагающих бактерий снижается до 29, 27 и 25% соответственно почвенному покрову. Даже в этом случае интенсивность работы почвенных микроорганизмов выщелоченного чернозема выше на 4% по сравнению с серыми лесными почвами (29-25=4%).

Оставшиеся 63% органической массы на выщелоченных черноземах и 78% на серых лесных почвах перерабатываются в течение следующего вегетационного периода или же в последующие годы в звене полевого севооборота. Во всяком случае, процесс накопления пожнивно-корневых остатков и их минерализация продолжается непрерывно, но с разной скоростью, и человек мо-

жет изменить динамику накопления гумуса – наиважнейшего показателя плодородия зональных почв в нужную ему сторону.

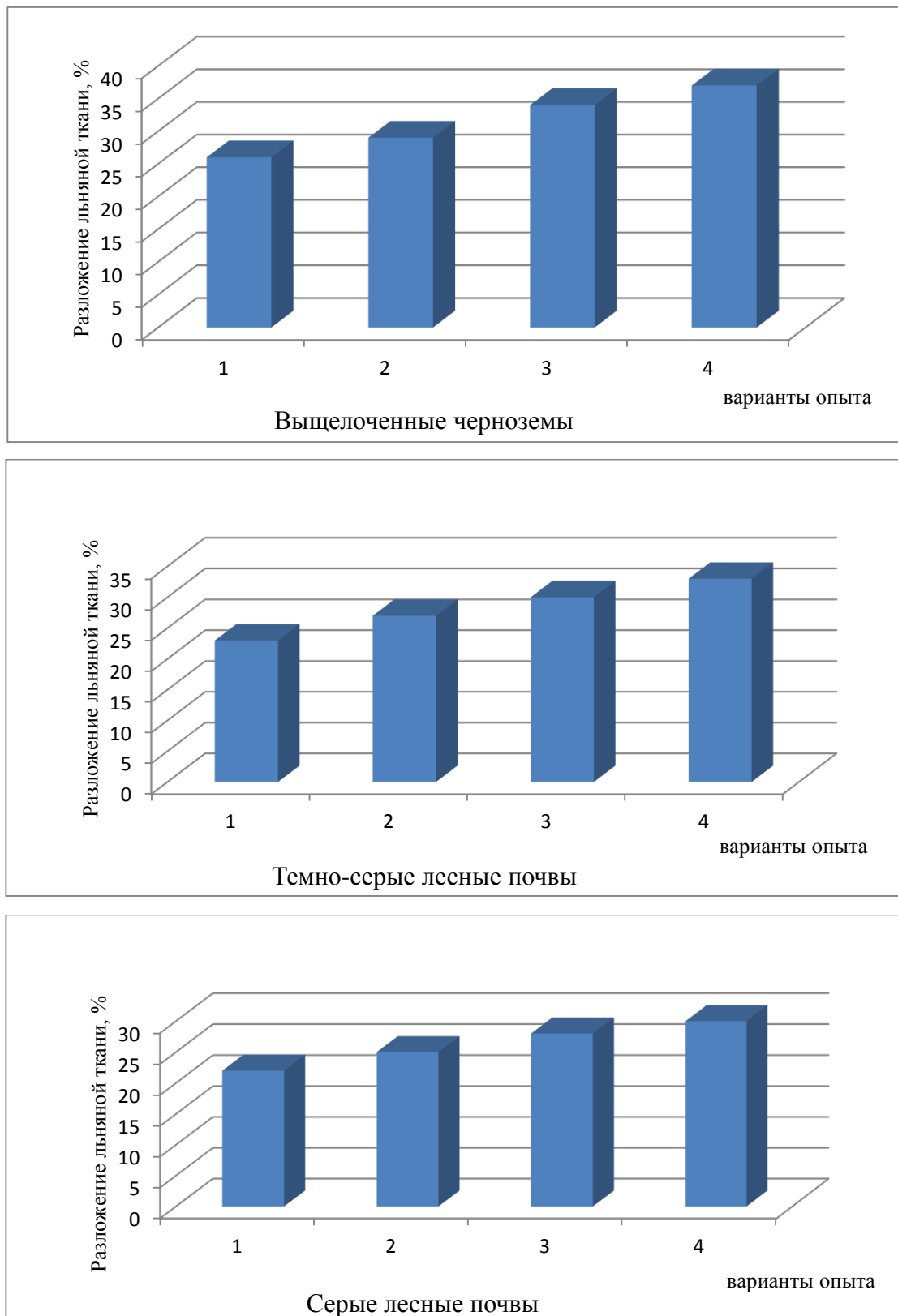


Рисунок 7. Влияние известкования, фосфоритования и внесения расчетных норм минеральных удобрений на биоактивность зональных почв

6.3. Плотность сложения почвы и ее структурный состав

Кроме биоактивности одним из наиважнейших показателей состояния водно-воздушного режима почвенного покрова является плотность его сложения. По данным Н.Ф. Гаижара (2001), Л.М. Державина (2002), И.Д. Давлятшина (2010), Н.Н. Дмитриева и Г.П. Гамзикова (2015), А.В. Ивойлова (2015) оптимальные условия для роста и развития озимых и яровых зерновых культур создаются тогда, когда показатели плотности сложения корнеобитаемого слоя почвы составляет 1,1-1,2 г/см³.

В условиях полного отказа от плуга, перехода на поверхностную обработку почвы в целях экономии ГСМ, фонда заработной платы плотность сложения почвы постепенно превращается в один из крайне ограничивающих факторов дальнейшего роста продуктивности зональных почв Татарстана. Это объясняется тем, что резко нарушается оптимальное соотношение – почва – влага – воздух в сторону повышения доли самой почвы и снижения в ней воздухо- и, особенно, влагообеспеченности. Данную проблему можно решить двумя способами:

- возврат старой системы основной обработки почвы (вспашка с оборотом пласта);
- возделывание в составе полевого севооборота сельскохозяйственных культур со стержневой или же мощной мочковатой корневой системой (яровой рапс, подсолнечник, кукуруза, кормовые корнеплоды и клубнеплоды), которые в народе называют «биологическими плугами», создавая оптимальные условия для роста и развития корневых систем растений.

Наибольших результатов можно достичь, используя оба способа одновременно, что подтверждается результатами проведенных исследований (табл. 38).

Плотность сложения выщелоченного чернозема в 2018 г. перед посевом озимой ржи после известкования, фосфоритования и внесения NPK составила 1,16 г/см³. После завершения полевого опыта (2022 г.) она не изменилась, тогда

как в контрольном варианте опыта и в варианте внесения NPK без известкования плотность сложения почвы имела тенденцию роста (+0,02 г/см³).

Таблица 38

Динамика плотности сложения зональных почв Республики Татарстан в зависимости от уровня химизации звена полевого севооборота, г/см³

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы NPK на 5 т/га зерновых единиц)	Глубина активного слоя почвы, см	2018 г.	2022 г.	± к исходному
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	30	1,16	1,18	0,02
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	30	1,16	1,18	0,02
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	30	1,16	1,16	0
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	30	1,16	1,16	0
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	26	1,20	1,22	0,02
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	26	1,20	1,22	0,02
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	26	1,20	1,20	0
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	26	1,20	1,19	-0,01
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	24	1,22	1,24	0,02
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	24	1,22	1,24	0,0,2
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	24	1,22	1,22	0
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	24	1,22	1,21	-0,1

На темно-серых и серых лесных почвах отмечены эти же закономерности с одной лишь разницей – в последних вариантах опыта (известкование + фосфоритование + NPK) в течение 5 лет плотность сложения почвы уменьшилась на 0,01 г/см³.

Следовательно, за счет комплексного применения агроmeliорантов и

расчетных норм минеральных удобрений и включения в состав полевого севооборота кукурузы удастся не только сохранить на долгие годы оптимальную плотность сложения выщелоченного чернозема, но и добиться устойчивой тенденции снижения плотности сложения темно-серых и серых лесных почв Татарстана.

6.4. Коэффициент структурности зональных почв

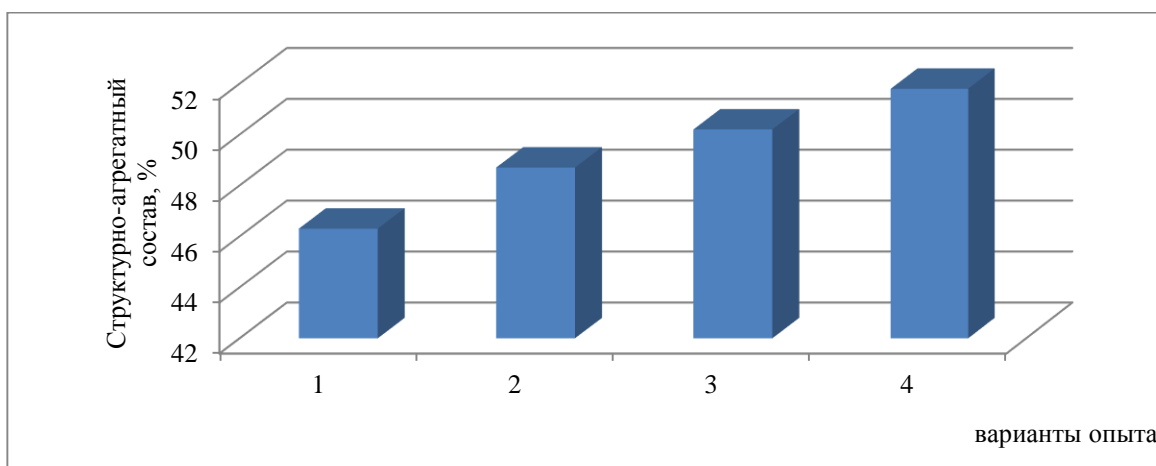
Почва состоит из огромного количества комочков различной величины. Для определения коэффициента структурности почвы В.В. Докучаев (1889, 1948) предлагал учитывать почвенные агрегаты размерами от 0,25 до 10 мм и называл их комковато-зернистыми, а более 10 мм – глыбистыми, тогда как В.Р. Вильямс (1921) структурными агрегатами считал почвенные комочки меньше 0,25 мм. Такой разброс связан с разновидностями почвы, где они проводили свои исследования. В.В. Докучаев изучил черноземы, а В.Р. Вильямс работал в Нечерноземной зоне России.

Мы в своих исследованиях для учета почвенных комочков диаметром 0,25-10 мм применяли сухое просеивание до закладки полевых опытов (2018 г.) и после их завершения (2022 г.). В результате было установлено положительное действие на структурообразование двух факторов – почвенный покров и уровень химизации сельскохозяйственных культур в звене полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос.

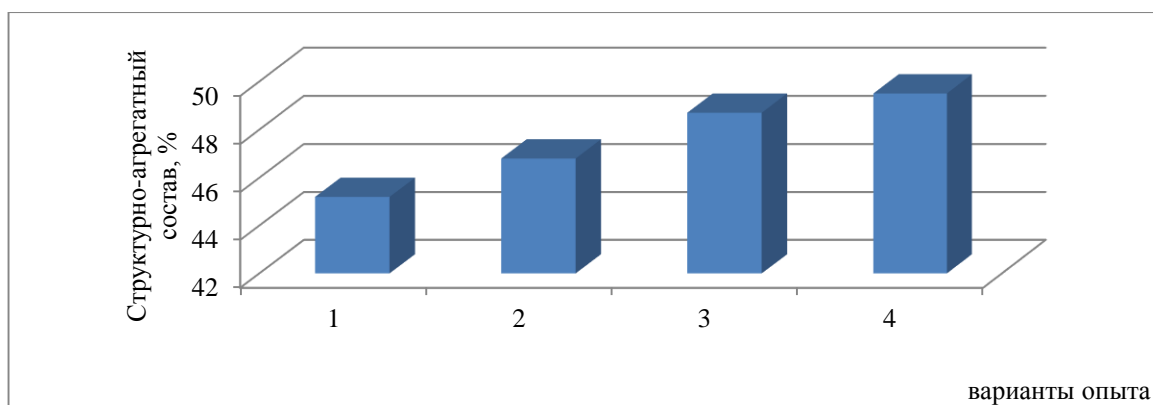
В ходе учета динамики структурно-агрегатного состава почвенного покрова в зависимости от уровня химизации и технологии возделывания 4-х культур звена полевого севооборота были установлены следующие закономерности:

- 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%)

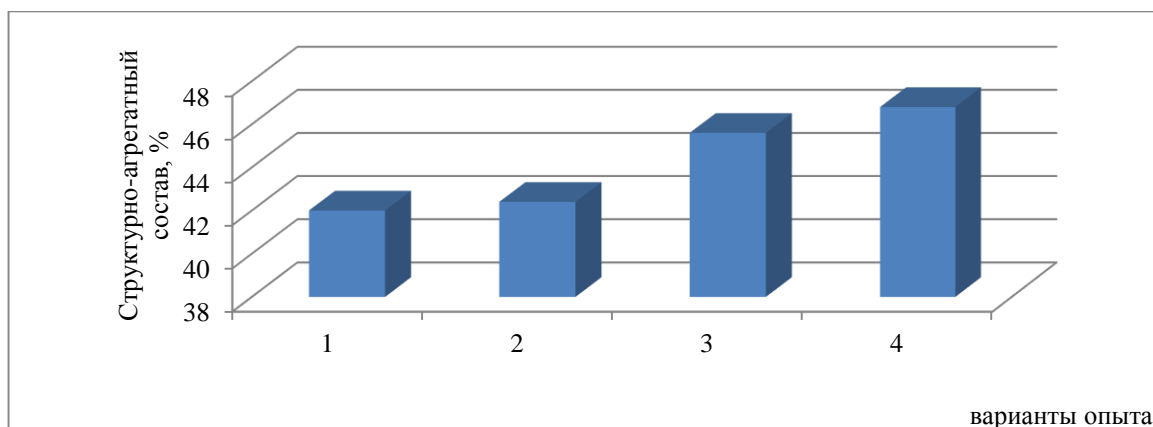
и на серых лесных почвах (от 0,4 до 4,8%).



Выщелоченный чернозем



Темно-серые лесные почвы



Серая лесная почва

Примечание: исходный коэффициент структурности почвы в 2018 г составил на выщелоченных черноземах – 48,4%; на темно-серых лесных почвах – 46,2 и на серых лесных почвах – 42,7%.

Рисунок 8. Изменение коэффициента структурности почв, 2022 г.

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 агромелиорантов и минеральных удобрений на выщелоченных черноземах лесостепи Среднего Поволжья.

6.5. Динамика агрохимических показателей зональных почв

Способность сельскохозяйственных культур звена полевого севооборота накапливать большое количество пожнивно-корневых остатков, улучшать структурный состав и биологическую активность, подавлять рост и развитие сорных растений под влиянием химической мелиорации зональных почв лесостепи Среднего Поволжья и ежегодного внесения расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц стала основой значительного повышения содержания гумуса, подвижного фосфора и обменного калия (табл. 39).

Через 5 лет после известкования выщелоченного чернозема его кислотность была меньше (5,54) по сравнению с исходным значением 5,5. Это имеет очень большое практическое значение, так как периодичность известкования слабокислых выщелоченных черноземов 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. На темно-серых лесных почвах рН солевой вытяжки увеличивается от

5,2 в исходной почве до 5,18 в варианте известкования и внесения $N_{67}P_{65}K_{59}$, а на серых лесных почвах с внесением $N_{93}P_{76}K_{70}$ – от 5,1 до 5,08.

Таблица 39

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

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Содержание гумуса, %	рН	Мг на 1 кг почвы	
				P_2O_5	K_2O
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	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 (без агрохимикатов)	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 (без агрохимикатов)	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: исходное содержание гумуса в 2018 г. 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.

Следует отдельной строкой подчеркнуть значительное увеличение кислотности трех основных зональных почв Республики Татарстан в вариантах внесения минеральных удобрений без известкования: на выщелоченных черно-

земах на 0,08 пункта, темно-серых почвах – на 0,09, на серых лесных почвах – на 0,10 пункта ($5,10-5,00=0,10$).

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 ($6,83-6,70=0,13\%$), 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 и подвижного фосфора и обменного калия.

Так, содержание гумуса на выщелоченных черноземах возросло от 6,70 в исходной почве (2018 г.) до 6,83% через 5 лет (2022 г.), на темно-серых лесных почвах – от 5,50 до 5,60 и на серых лесных почвах – от 4,80 до 4,87%, что характерно и для содержания обменного калия.

Вместе с тем, фосфоритование зональных почв обеспечило существенный рост содержания подвижного фосфора 1,9; 1,0; 2,2 мг/кг почвы соответственно почвенным покровам.

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

7.1. Экономическая эффективность

В современных условиях, в условиях мировой жесткой конкуренции в финансовой деятельности сельскохозяйственных формирований происходят болезненные процессы. С одной стороны, введение небывалых санкций в связи с СВО на Украине сельское хозяйство Российской Федерации стало развиваться ускоренными темпами. Импорт сельскохозяйственной продукции снизился до минимального уровня. Сегодня Россия может прокормить не 150 млн. человек, а гораздо больше. Так, в производстве зерна, в основном яровой пшеницы, наша страна занимает лидирующее положение. Мы не только покрываем спрос внутреннего рынка, но и готовы экспортировать ежегодно более 30 млн. т зерна.

С другой стороны, США и европейские страны своими санкциями образовали заслон морскому зерновому коридору, и Россия была вынуждена отказаться от этого соглашения. Доставка до южных морских портов обходится свыше 6 руб./т при цене реализации зерна 200-250 долларов/т. Из-за низкой цены продажи сельскохозяйственной продукции России в мировом рынке оказались неконкурентоспособными. В связи с этим, зерно Россия по весьма скромной цене поставляет только в дружественные страны: Сирия, Иран, Казахстан, Куба, Венесуэла, Беларусь, Китай.

В 2022 г. АПК Республики Татарстан экспортировал сельскохозяйственную продукцию всего на 450 млн. долларов. В этом году по утверждению заместителя премьер-министра РТ, министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан М.А. Зяббарова рост экспорта увеличится на 20%.

По этой причине часть запасов зерна рекордного урожая 2022 г. с валовым сбором 5,2 млн. т в зачетном весе и 2023 г. с валовым объемом 3,5 млн. т реализуется внутри республики для обеспечения как общественного, так и

частного животноводства. Это является единственным способом выживания сельскохозяйственных формирований.

Общее поголовье крупно-рогатого скота в республике составляет 920 тыс., включая 320 тыс. голов дойного стада. Ежегодно вводится в эксплуатацию новые молочно-товарные комплексы и реконструируются старые фермы на 12-14 тыс. голов КРС. По объему производства молока Республика Татарстан среди 89-ти регионов Российской Федерации занимает первое место – более 2,0 млн. т, а по продуктивности дойных коров входит в первую десятку – более 10 тыс. л/год.

Наша республика традиционно занимается также производством свинины (476 тыс. голов), куриного мяса (18 млн. голов), яиц (1,5 млрд. шт.) и халяльной баранины (350 тыс. голов). Успешно работают такие крупные птицефабрики как «Челны-Бройлер», «Казанская», «Лаишевская», «Ак-Барс», ООО «Камский Бекон», ООО «АгроХим», КФХ «Миннуллин Г.С.» и мн. др. Для содержания такого количества животных и повышения их продуктивности в республике разработана и действует «Программа 50», что означает заготовку всех видов кормов, в том числе и фуражного зерна из расчета 5,0 т/год кормовых единиц на одну условную голову скота. Другими словами, зерно перерабатывается на мясо, молоко, яйца и др.

Цена реализации зерна яровой пшеницы во внутреннем рынке Республики Татарстан в годы проведения исследований в зависимости от классности менялась от 15 до 18 тыс. руб./т в 2021 г. и до 10-12 тыс. руб./т в 2022 г. В итоге, в расчетах была принята средняя цена продажи зерна яровой пшеницы 13,8 тыс. руб./т, зерна озимой ржи – 9,4, фуражного ячменя и кукурузы на силос в зерновых единицах – 8,4 тыс. руб./т. Исходя из этого была рассчитана условная цена реализации 1 т зерновых единиц 10 тыс. руб./т $((13,8+9,4+8,4+8,4):4=10$ тыс. руб./т) (табл. 40).

СВП – стоимость валовой продукции определяли путем умножения средней цены реализации зерновой единицы на ее урожайность. Она возрастает по

вариантам опыта от 30,2 в контроле до 42,0 тыс. руб./га. Прибавка от применения агроメリорантов и минеральных удобрений весьма внушительная – 11,8 тыс. руб./га.

Таблица 40

Экономическая эффективность возделывания культур в звене полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос в зависимости от уровня химизации зональных почв Республики Татарстан (2018-2022 гг.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агроメリоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	СВП, тыс. руб./га	ОЗ, тыс. руб./га	ЧП, тыс. руб./га	Р, %	Себестоимость 1 т зерновой единицы, тыс. руб.
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агроメリорантов)	30,2	20,8	9,4	45,2	6,9
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	34,6	23,1	11,5	49,8	6,7
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	39,2	25,4	13,8	54,3	6,5
	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	6,2
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агроメリорантов)	28,6	21,2	6,4	30,2	7,7
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	32,1	23,8	8,3	34,5	7,4
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	37,9	26,6	11,3	42,5	7,0
	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	6,9
Серая лесная почва	Контроль (без агроメリорантов)	22,6	21,8	0,8	3,7	9,6
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	29,5	25,7	3,8	14,8	8,7
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	35,1	28,6	6,5	22,7	8,1
	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	7,9

ОЗ – общие затраты отличаются от прямых затрат на возделывание культуры тем, что в этом случае учитываются внутривозделывательные затраты (затраты на содержание управленческого аппарата, обслуживающего персонала), непредвиденные расходы, социальные отчисления, отпускные, оплата за качество выполнения тех и иных работ, за классность механизаторов и многочисленные налоги, включая 13% подоходного налога. Кроме того, общие затраты увеличиваются на уборку и переработку дополнительной продукции. В итоге, рост общих затрат на выщелоченных черноземах составляет 5,4 тыс. руб./га ($26,2 - 20,8 = 5,4$ тыс. руб./га). Несмотря на рост общих затрат чистая прибыль (ЧП) с 1 га пашни возрастает от 9,4 в контроле до 15,8 тыс. руб./га в варианте известкования, фосфоритования и внесения расчетных норм минеральных удобрений ($N_{34}P_{44}K_{38}$) на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц.

Р – рентабельность рассчитывали по формуле:

$$R = \frac{ЧП}{ОЗ} \times 100, \text{ где}$$

Р – рентабельность, %

ЧП – чистая прибыль, тыс. руб./га

ОЗ – общие затраты, тыс. руб./га

Такие известные экономисты по агропромышленному комплексу как А.П. Иванов (2011, 2018), В.Г. Сычев (2011), В.П. Якушев (2007), А.Х. Яппаров (2002) утверждают, что для расширенного ведения сельского хозяйства, обеспечения достойной заработной платы, без кредитного или же лизингового приобретения сельскохозяйственной техники рентабельность производства растениеводческой продукции должна быть не менее 45% против 60,3% в варианте возделывания культур звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница - яровой ячмень – кукуруза на силос на фоне известкования, фосфоритования слабокислого выщелоченного чернозема и применения расчетных норм минеральных удобрений.

С – себестоимость рассчитывается для того, чтобы определить, сколько чистой прибыли поступит в кассу хозяйства от продажи 1 т зерновых единиц.

Для этого общие затраты делим на среднюю урожайность зерновых единиц за 1 год исследований. Так, на выщелоченных черноземах в последнем варианте опыта от реализации 1 т зерновых единиц хозяйство получает 3,8 тыс. руб./т чистой прибыли (*от цены реализации 10,0 тыс. руб./т – себестоимость 6,2 тыс. руб./т=3,8 тыс. руб./т*).

На темно-серых лесных почвах анализируемые экономические показатели уступают выщелоченным черноземам, но остаются в плюсовой стороне: в лучшем четвертом варианте опыта чистая прибыль составляет 12,6 тыс. руб./га, рентабельность 46,0%, себестоимость производства 1 т зерновых единиц ниже цены реализации на 3,1 тыс. руб./т.

Совершенно другая экономическая картина складывается на серых лесных почвах. Так, на производство 2,26 т/га зерновых единиц со стоимостью валовой продукции 22,6 тыс. руб./га в контрольном варианте опыта затрачивается 21,8 тыс. руб./га денежных средств. Чистая прибыль всего 800 руб./га, а рентабельность – 3,7%. От продажи 1 т зерновых единиц в кассу хозяйства поступает 400 рублей. Приведенные цифровые значения находятся в интервале допустимой ошибки проведения исследований. Положение с экономической точки зрения на серых лесных почвах выправляется при возделывании изучаемых культур на фоне внесения $N_{93}P_{76}K_{70}$ (рентабельность 14,8%, а чистая прибыль – 3,8 тыс. руб./га) и особенно на фоне известкования, фосфоритования и внесения расчетных норм азотных, фосфорных и калийных удобрений (рентабельность 26,4%, чистая прибыль 8,0 тыс. руб./га). То есть, по мере интенсификации вопросов химизации всех зональных почв Татарстана экономические показатели имеют устойчивую тенденцию роста.

Решение проблемы известкования и фосфоритования кислых почв доступно как крупным холдинговым компаниям (Агро-Сила Групп, Август-Агро, АФ Чистопольская, Камский Бекон, Красный Восток и др.), так и многочисленным средним и мелким и фермерским сельхозформированиям, так как затраты возмещаются из государственного бюджета в соотношении 50:50. Более того, в

Республике Татарстан насчитывается 340 месторождений карбонатных пород с содержанием $\text{CaO}_3 + \text{MgCO}_3$ от 75 до 99%. Общий объем известковых агроруд оценивается в 2 млн. 604 тыс. тонн.

Стоимость известкования в зависимости от рН солевой вытяжки варьирует в диапазоне 1,8 (слабокислые выщелоченные черноземы) до 4,34 тыс. руб./га (среднекислые серые лесные почвы Татарстана). Фактические затраты хозяйств, независимо от форм собственности всего 0,9-2,17 тыс. руб./га, фосфоритование соответственно 1,5-2,2 тыс. руб./га.

Таким образом, известкование, фосфоритование и внесение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность культур звена полевого севооборота 5,0 т/га зерновых единиц обеспечивает получение чистой прибыли 15,8 тыс. руб./га на выщелоченных черноземах. Рентабельность комплексного применения агрохимикатов на темно-серых лесных почвах уступает выщелоченным черноземам на 14,3%, а серых лесных почвах – на 33,9%.

Из этой общей закономерности незначительно выделяются варианты опыта на серых лесных почвах с применением азотно-фосфорно-калийных удобрений после известкования кислых почв (рентабельность 22,7%) и в сочетании известкования с фосфоритованием – рентабельность 26,4%.

Столь резкое падение экономических показателей возделывания сельскохозяйственных культур на серых лесных почвах объясняется следующими причинами:

- стоимость дизельного топлива поднялась до 60 тыс. руб./т, что в 6 раз выше по сравнению со средней ценой реализации 1 т зерновых единиц (10 тыс. руб./т);

- средняя зарплата в агропромышленном секторе выросла до 45 тыс. руб./месяц;

- чтобы купить 1 т аммиачной селитры надо продать 2 т зерна яровой пшеницы, двойного суперфосфата – 5 т и хлористого калия – 3 т. В итоге часть кредитов 2023 г., взятых под 5% годовых в сумме 20 млрд. руб. на 1 ноября

2023 г. погашена не в полном объеме и республика была вынуждена обратиться к правительству Российской Федерации о пролонгации долговых обязательств. Если бы не было субсидий сельскому хозяйству со стороны Российской Федерации в сумме 3,4 млрд. руб., а со стороны Республики Татарстан – 10,6 млрд. руб. (всего 14 млрд. руб.) многие сельскохозяйственные формирования оказались бы в трудном экономическом положении. Единственный способ выхода из сложившейся ситуации – это снижение себестоимости производимой продукции на основе совершенствования управления земельными ресурсами.

На выщелоченных черноземах Татарстана экономически выгодно возделывать зерновые культуры на фоне первоочередного их известкования, фосфоритования и внесения расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц.

На серых лесных почвах без известкования и фосфоритования применение дорогостоящих минеральных удобрений экономически невыгодно.

7.2. Энергетическая оценка производства зерна и кукурузы на силос

Несмотря на сложную экономическую ситуацию в аграрном секторе Российской Федерации, в том числе и Республике Татарстан, реалии сегодняшнего дня свидетельствуют о возрождении сельского хозяйства, ориентированного на создание высокопродуктивных сортов, адаптированных к местным условиям, обновление машинно-тракторного парка российского производства, расширение государственной поддержки и широкое использование огромных запасов местных агроруд.

При этом главным условием выживаемости сельских товаропроизводителей было и остается достижение наибольшего уровня не только экономической, но и энергетической эффективности производства сельскохозяйственной продукции, включая продовольственное, фуражное зерно и кормопроизводство. В зависимости от этого каждый товаропроизводитель должен разработать свою производственно-финансовую деятельность с учетом своего почвенного покрова, обеспеченности вегетационного периода запасами термических ресурсов и

влаги.

Решение данной проблемы затрагивает множество вопросов: энерговооруженность, состав и производительность технических средств; организация труда рабочих и механизаторов; управление земельными ресурсами и условиями повышения плодородия почв; применение химической мелиорации земель с учетом зональных их особенностей. Только в этом случае можно добиться получения энергонасыщенной продукции.

Как было отмечено выше экономические показатели кардинально меняются в зависимости от цены реализации выращенной продукции, общих затрат на ее производство, тогда как энергетические затраты и их окупаемость мало зависят от спроса и предложения на зерно, мясо, молоко, яиц и др. Поэтому энергетическая оценка химической мелиорации зональных почв Республики Татарстан и применения расчетных норм минеральных удобрений является наиболее объективной и актуальной.

При расчетах энергоемкости производства зерна и кукурузного силоса необходимо определить сколько затрачивается ГСМ, живой труд, электроэнергия, включая затраты на расходные материалы и коэффициенты их перевода в ГДж:

- 1 квт час = 3,6 МДж;
- 1 кг усл. туков = 29,33 МДж;
- 1 л.с. час = 2,65 МДж;
- 1 кг бензина = 39,67 МДж;
- 1 кг дизельного топлива = 37,66 МДж;
- живой труд 1 чел. час = 0,2 МДж.

Накопление валовой энергии в полученной продукции определяется по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса для кукурузы и Б.Г. Доспехову для зерновых культур.

$$\text{ВЭ (ГДж)} = 23,95 \times \text{СП} + 39,77 \times \text{СЖ} + 20,05 \times \text{СК} + 17,46 \times \text{БЭВ}, \text{ где}$$

ВЭ – валовая энергия, ГДж/га;

СП – содержание сырого протеина, %;

СЖ – содержание сырого жира, %;

СК – содержание клетчатки, %;

БЭВ – содержание безазотистых экстрактивных веществ, %.

Для наглядности расчета энергетической эффективности в среднем за 1 год представлены в форме таблицы 41.

Таблица 41

Влияние химической мелиорации зональных почв и внесения расчетных норм минеральных удобрений на окупаемость энергетических затрат возделывания сельскохозяйственных культур в звене полевого севооборота (в среднем за 1 год)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Вал. сбор обменной энергии, ГДж/га	Биоэнергетический коэффициент	Концентрация обменной энергии, МДж/кг зерновых единиц
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	8,7	20,9	2,4	6,9
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	10,9	33,8	3,1	9,8
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	13,6	51,7	3,8	13,2
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	14,5	60,9	4,2	14,5
Темносерая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	8,1	18,6	2,3	6,7
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	9,8	28,4	2,9	8,8
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	12,4	42,2	3,4	11,1
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	13,2	51,5	3,9	12,9
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	7,6	14,4	1,9	6,4
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	8,0	19,2	2,4	6,5
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	10,5	27,3	2,6	7,8
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	12,2	34,2	2,8	8,9

По мере роста урожайности зерновых единиц от 3,02 т/га в контроле до 4,20 т/га в варианте известкования, фосфоритования выщелоченного чернозема и последующего ежегодного внесения $N_{34}P_{44}K_{38}$ затраты совокупной энергии на его производство увеличиваются от 8,7 до 14,5 ГДж/га. Однако вопреки этому окупаемость энергетических затрат достигает максимальной величины – 4,2. Концентрация обменной энергии превышает контроль в 2,1 раза. В переводе на практический язык это означает потребление хлеба, полученного из зерна яровой пшеницы или же озимой ржи, произведенного на фоне комплексного применения агрохимикатов будет в 2 раза меньше, чем хлеба с контрольного варианта опыта. Это же относится к кукурузному силосу.

В тех же погодно-климатических условиях при одной и той же технологии возделывания на темно-серых и серых лесных почвах концентрация обменной энергии 1 кг зерновых единиц в последнем варианте опыта уступает выщелоченному чернозему на 12,4 и 62,9% соответственно.

Самое главное, сравнительная оценка окупаемости энергетических и экономических затрат показывает явное противоречие ценовой политики в аграрном секторе (табл. 42).

Окупаемость 1 рубля затрат на химизацию выщелоченного чернозема крайне низкая и составляет всего 1,45-1,60 руб., тогда как окупаемость энергетических затрат достигает 2,4-4,2 ГДж. На темно-серых, особенно на серых лесных почвах 1 руб затрат обеспечивает дополнительное получение продукции на сумму 1,42 и 1,26 руб. соответственно.

Такая низкая окупаемость рублевых затрат на известкование, фосфоритование слабокислых почв объясняется непрерывным ростом цен товаров промышленного происхождения при устойчивом снижении цен на товары сельскохозяйственного происхождения. Поэтому без регулирования на государственном уровне вышеотмеченной проблемы покупательная способность сельскохозяйственных формирований из года в год будет снижаться и решать вопросы продовольственной безопасности страны станет с каждым годом труднее и

сложнее.

Таблица 42

Сравнительная оценка биоэнергетического коэффициента и окупаемости экономических затрат на химическую мелиорацию зональных почв Татарстана в сочетании с внесением расчетных норм минеральных удобрений

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Биоэнергетический коэффициент	Окупаемость экономических затрат, руб./руб.
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	2,4	1,45
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	3,1	1,50
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	3,8	1,54
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	4,2	1,60
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	2,3	1,30
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	2,9	1,34
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	3,4	1,42
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	3,9	1,46
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	1,9	1,04
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	2,4	1,15
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	2,6	1,23
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	2,8	1,26

Глава VIII. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

8.1. Производственная проверка

Результаты мелкоделяночных полевых опытов ни в коем случае не могут быть автоматически перенесены в сельскохозяйственное производство и внедрены в широких масштабах. В данном случае, такая авантюра обречена на провал. Тому примеров очень много. Так в 80-ые годы прошлого столетия очень сильно рекламировали в предпосевной подготовке семян всех культур применять электромагнитное облучение, гарантируя прибавку урожайности не менее 300-400 кг/га зерна. НПО «Радуга» (г. Коломна) организовало производство УВМ-устройство для внесения 4-х микроэлементов (медь, бор, цинк, кобальт) совместно с поливной водой. Принцип его работы заключался в отщеплении ионов этих металлов под действием электрического тока, что в производственных условиях осуществить эту идею было затруднительно. Или возьмем полив «живой водой» (воду пропускали через магнитное поле). Люди, которые набирали «живую воду» для употребления и мытья своего тела также болели и умирали как все обычные люди.

В подтверждение необходимости проверки любой рекомендации в производственных условиях можно рассмотреть на примере авантюрной идеи насильно внедряемую с юга до полярного круга бывшего СССР Хрущевскую кукурузу (1961-1964).

Можно привести и такой пример, в последние 10 лет разработано более 4-х тыс. биологических стимуляторов роста, питательных растворов с содержанием хелатных форм микроудобрений, биологических средств защиты растений от вредных объектов (инсектобакт, инсектофунгицид), эндофитные штаммы препаратов, стимулирующие внутренние резервы самих растений. Отрицать положительное их действие нельзя. Они действительно проявляют себя весьма ощутимо и обеспечивают получение положительных результатов, но в определенных погодно-климатических условиях. Вот почему научно-исследователь-

ские работы и должны сопровождаться производственной проверкой. Неслучайно великий ученый Ю. Либих (1803-1873) писал «Нет области науки, которая требует такого количества знаний как сельское хозяйство. Вместе с тем, нет такой области, в которой допускается столько невежеств, как сельское хозяйство». Высказывание автора всеизвестного закона возврата питательных веществ в почву остается не только своевременным, но и актуальным по мере роста научно-технологического прогресса и развития производительных сил общества.

С учетом вышесказанного, в годы проведения полевых исследований в трех базовых хозяйствах была параллельно организована производственная проверка каждого варианта опыта в однократной повторности.

При выборе базовых хозяйств особое внимание обратили на культуру земледелия, производственно-финансовую деятельность, достигнутые результаты в производстве растениеводческой и животноводческой продукции.

На выщелоченных черноземах Татарстана к числу таких сельскохозяйственных формирований относится ПСХК «Ембулатово» Буинского муниципального района Республики Татарстан (приложение 10).

В данном хозяйстве площади сельскохозяйственных угодий и пашни возросли в 2021 г. от 945 до 2140 га после присоединения пашни соседних экономически слабых хозяйств, фермеров и передачи в аренду паевых земель в распоряжение ПСХК «Ембулатово». Несмотря на резкое увеличение обрабатываемой пашни среднегодовая численность работников в 2022 г. составила всего 43 человека, на одного работника приходится 50 га пашни. При этом, благодаря высокой энерговооруженности современными техническими средствами, бункерная урожайность зерновых и зернобобовых культур в среднем за 5 лет составила 3,8 т/га, кормовых культур 6,1 т/га зерновых единиц. Производство достаточного количества зернофуража и кормов позволило добиться очень высокой продуктивности КРС – надой молока на одну корову составили 9580 л в 2022 г. а производство мяса выросло от 89 т/год в 2018 г. до 163 т/год в 2022 г.

Рентабельность по хозяйству в 2022 г. составила 38%, чистая прибыль – от 9 до 44 млн. рублей, что стало основой повышения заработной платы от 22 тыс. руб. в 2018 г. до 61 тыс. руб./месяц в 2022 году.

Такие очень высокие результаты были достигнуты благодаря всеобщему известкованию всех кислых почв (в хозяйстве в настоящее время нет даже слабокислых почв), созданию запасов подвижного фосфора на долгие годы вперед путем фосфоритования и, самое главное, ежегодного внесения расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц.

На темно-серых лесных почвах производственная проверка проводилась на полях ООО АФ «Нур» Тетюшского района, краткая характеристика которого представлена в приложении 11.

Анализируемое хозяйство относится к числу самостоятельных средних по площадям сельскохозяйственных формирований – 4999 га пашни, в котором постоянным трудом заняты всего 35 человек. На каждого из них в 2022 г. было произведено 356 т зерна (всего 12454 т), 5 т мяса (всего 174 т) и 74 т молока (всего 2778 т).

Чистая прибыль по хозяйству до налогообложения была очень высокой – 55 млн. 397 тыс. руб., но заработная плата выросла за 4 года всего от 25 до 40,6 тыс. руб./месяц против 61 тыс. руб./месяц в ПСХК «Ембулатово».

Такое противоречие объясняется тем, что для получения урожайности 5,0 т/га зерновых единиц необходимо внести в 1,6 раза больше минеральных удобрений и на 0,5 т/га д.в. извести, то есть затраты на производство как растениеводческой, так и животноводческой продукции выше по сравнению с ПСХК «Ембулатово», расположенного на более плодородных выщелоченных черноземах.

Данная точка зрения очень четко подтверждается при анализе производственно-финансовой деятельности ООО АПК «Продовольственная программа», расположенное на бедных серых лесных почвах. В данном хозяйстве урожай-

ность зерновых культур в среднем за 5 лет составила 3,62 т/га (приложение 12).

Надои молока перешагнули 10-ти тысячный рубеж. Численность постоянно занятых работников выросла от 639 в 2018 г. до 732 человек в 2022 году. Один работник обрабатывает 64 га пашни. Объемы производства зерна в 2022 г. достигли отметки 90 тыс. 893 т, мяса – 4 тыс. 382 т, молока – 66 тыс. 740 т. Денежная выручка от реализации продукции с 1 га пашни за 5 лет увеличилась от 42,4 в 2018 г. до 115,7 тыс. руб. в 2022 году.

На первый взгляд хозяйство успешно функционирует в жесткой конкуренции, но из-за высоких издержек на производство продуктов питания рентабельность остается на уровне 12-20%. Такое положение дел объясняется тем, что АПК «Продпрограмма» занимает почти 5 тыс. га пашни. На начало наших исследований в отделении «Дружба» среднекислые почвы с рН 4,6-5,1 занимали 644 га пашни, слабокислые – 740 (рН 5,1-5,6), близкие к нейтральным – 979 га (рН 5,6-6,1).

Следовательно, для достижения таких высоких результатов необходимо охватить известкованием и фосфоритованием все площади средне- и слабокислых почв. В противном случае окупаемость внесения минеральных удобрений существенно снижается, несмотря на 2-х кратную норму их внесения по сравнению с выщелоченными черноземами.

В 2018 г. выбранные земельные участки в ПСХК «Ембулатово» площадью 17,5 га Буинского района, ООО АФ «Нур» Тетюшского – 39,8 га, ООО АПК «Продовольственная программа» Мамадышского районов – 33,7 га разделили следующим образом:

- 0,3 га оставили для проведения полевого стационарного опыта, включая площади защитных зон между вариантами мелкоделяночного опыта, подъездные дороги и др.;

- оставшиеся площади разделили на 4 части. Например, в ПСХК «Ембулатово» 4,3 га выделили для контроля (без агрохимикатов), 4,3 га для внесения расчетных норм минеральных удобрений $N_{34}P_{44}K_{38}$, на площади 4,3 га провели

известкование из расчета 3,5 т/га д.в. и 4,3 га сначала провели известкование с заделкой в почву, затем отдельно внесли фосфоритную муку из расчета 233 кг/га д.в. – 1 т/га в физическом весе.

Расчетные нормы минеральных удобрений под предпосевную культивацию внесли согласно схеме производственного опыта. Чередование культур звена полевого севооборота осталось также как и в мелкоделяночных опытах (табл. 43).

Таблица 43

Итоги производственной проверки по изучению эффективности комплексного применения агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений с учетом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан, т/га зерновых единиц (2019-2022 гг.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агроメリоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Оз. рожь	Яр. пшеница	Яр. ячмень	Кукуруза на силос с початками	В среднем за 4 года
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохемикатов)	4,24	4,04	1,74	4,21	14,23
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	5,12	4,38	1,97	5,18	16,65
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	5,43	4,96	2,36	5,46	18,21
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	5,94	5,27	2,57	6,14	19,92
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохемикатов)	4,03	3,85	1,48	4,03	13,39
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	4,38	4,16	1,81	4,86	15,21
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	4,79	4,81	2,24	5,27	17,11
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,32	5,06	2,43	5,66	18,47
Серая лесная почва	Контроль (без агрохемикатов)	3,21	2,87	1,40	3,61	11,09
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	3,62	3,44	1,75	4,28	13,09
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	4,85	3,91	2,09	4,96	15,81
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	5,04	4,53	2,36	5,27	17,2

В производственных условиях на комплексное применение агрохимикатов на 3-х зональных почвах наиболее отзывчивыми оказались кукуруза на силос с початками в молочно-восковой спелости на выщелоченных черноземах валовой сбор зерновых единиц как при внесении минеральных удобрений без известкования, так и после известкования был выше планируемой продуктивности этой культуры: 5,18-6,14 т/га зерновых единиц; на темно-серых – от 5,27 в варианте «известкование + NPK» до 5,66 т/га в варианте использования 3-х агрохимикатов (известкование + фосфоритование + $N_{34}P_{44}K_{38}$). На серых лесных почвах, несмотря на увеличение норм внесения извести на 0,75 т/га д.в., минеральных удобрений на 123 кг/га д.в., только один вариант обеспечил получение 5,27 т/га зерновых единиц кукурузы, что выше планируемой ее урожайности на 0,27 т/га.

Кукуруза оказалась также самой отзывчивой культурой на фосфоритование зональных почв Республики Татарстан. На выщелоченных черноземах фосфоритная мука стала основой получения 0,68 т/га дополнительных зерновых единиц ($6,14-5,46=0,68$ т/га) против 0,51 т/га озимой ржи и 0,31 т/га яровой пшеницы. Это видимо объясняется тем, что кукуруза очень требовательна к подвижному фосфору по сравнению с другими культурами.

Валовой сбор зерновых единиц за 4 года после известкования, фосфоритования и ежегодного применения азотно-фосфорно-калийных удобрений на выщелоченных черноземах увеличился от 14,23 т/га зерновых единиц в контроле (без агрохимикатов) до 19,92 т/га в последнем варианте опыта (прибавка 5,69 т/га зерновых единиц), на темно-серых лесных почвах – от 13,39 до 18,47 (прибавка 5,08 т/га) и на серых лесных почвах – от 11,09 до 17,2 т/га (прибавка 6,11 т/га зерновых единиц). Самое главное, чтобы дополнительно получить на выщелоченных черноземах 5,69 т/га зерновых единиц в среднем за 4 года достаточно провести известкование из расчета 3,5 т/га д.в., фосфоритование – 233 кг/га д.в. и ежегодно вносить 116 кг/га д.в. NPK против 4,25; 233; 2,39 соответственно на серых лесных почвах.

Таким образом, при наименьших материальных затратах на выщелоченных черноземах достигается наибольший сбор зерновых единиц с 1 га пашни и они принадлежат первоочередному известкованию, фосфоритованию и применению расчетных норм минеральных удобрений. В этом списке вторую позицию занимают темно-серые лесные почвы и последней строкой идут серые лесные почвы нашей республики, что подтверждается результатами производственных опытов, проведенных в 2018-2022 гг. на 3-х зональных почвах Республики Татарстан.

8.2. Внедрение результатов исследований

В Республике Татарстан ни один гектар пашни не засеивается без внесения минеральных удобрений. Насыщенность пашни минеральными удобрениями с каждым годом увеличивается. В 2023 г. на 1 га пашни было внесено 82,1 кг д.в. Ежегодные объемы известкования держатся на уровне 75-80 тыс. га и в Татарстане не осталось очень сильно кислых и кислых почв. Многие хозяйства переходят на опережающую форму известкования и фосфоритования, так как затраты на химическую мелиорацию земель 6-8 тыс. руб./га, даже без государственной поддержки, на одну культуру звена полевого севооборота составляют всего 1,5-2,0 тыс. руб./га.

Например, в ООО «Авангард» с площадью пашни 27569 га к 2018 г. осталось всего 380 га слабокислых почв с рН 5,4-5,5 и известкование с нормой расхода извести из расчета 4,25 т/га д.в. и фосфоритование 233 кг/га д.в. с последующим внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц обеспечили дополнительное получение 1 т/га зерновых единиц в среднем за 1 год на сумму 3,8 млн. рублей.

Такие же высокие экономические показатели были получены на выщелоченных черноземах КФХ «Миннуллин Г.С.» Бавлинского района (акты внедрения прилагаются).

На темно-серых лесных почвах ООО «Новая Заря» Тетюшского и ООО «Эконом» Актанышского муниципальных районов очень сильнокислых (рН

4,0) и сильнокислых (рН 4,1-4,5) земель нет. Однако слабокислые почвы с рН 5,1-5,5 имеются. Отдача от известкования, фосфоритования слабокислых почв ООО «Новая заря» Тетюшского района с последующим внесением расчетных норм азотно-фосфорно-калийных удобрений уступала выщелоченным черноземам: технико-экономический эффект составил 8,8 тыс. руб./га в год против 10,0 тыс. руб./год на выщелоченных черноземах ООО «Авангард» Буинского муниципального района Республики Татарстан.

В то же время получение более высокой экономической эффективности на таких же темно-серых лесных почвах ООО «Эконом» Актанышского муниципального района Республики Татарстан (9,2 тыс. руб./га/год) объясняется высокой культурой и биологизацией земледелия (измельчение и заделка соломы, расширение посевных площадей многолетних трав из семейства бобовых, расширение площадей сидеральных паров, применение современных биологических легкоусвояемых препаратов, стимуляторов роста, хелатных форм минеральных удобрений и мн. др.).

Результаты исследований также были внедрены на серых лесных почвах КФХ «Хисматова Г.М.» (58 га) Мамадышского и КФХ ИП «Вафин Р.К.» на площади 75 га Лаишевского муниципальных районов Республики Татарстан. В данных хозяйствах норма расхода извести выросла на 0,75 т/га д.в. Для получения рассчитанной урожайности пришлось внести минеральных удобрений в 2 раза больше по сравнению с выщелоченными черноземами Буинского или же Бавлинского муниципальных районов, но технико-экономический эффект составил от 7,24 до 8,0 тыс. руб./га соответственно.

Следовательно, основные тенденции, закономерности, рекомендации, выработанные в ходе проведения стационарных полевых опытов, подтверждаются как результатами исследований в производственных условиях и полученными результатами в ходе их внедрения в сельскохозяйственное производство на трех зональных почвах Республики Татарстан.

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 NPK в варианте комплексного применения 3-х агрохимикатов (известкование, фосфоритование, NPK) 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 посеvy 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 плодoэлементов 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 15,22 т/га против 17,32 т/га с внесением $N_{34} P_{44} K_{38}$. На темно-серых лесных почвах данная разница в пользу НРК 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 -1,4 т/га, что характерно для темно-серых и серых лесных почв лесостепи Среднего Поволжья.

7. Комплексное применение агроулучшителей 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 4,79; 2,98; 3,64 кг/кг соответственно в вариантах применения НРК без известкования и фосфоритования.

9. Зерно яровой пшеницы Йолдыз, выращенное на произвесткованных выщелоченных черноземах в сочетании с фосфоритованием и ежегодным внесением $N_{34}P_{44}K_{38}$ 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 озимый 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 ($N_{34}P_{44}K_{38}$), рассчитанных на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц.

2. В целях достижения таких же высоких результатов на темно-серых лесных почвах (5,0 т/га зерновых единиц) 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 зерновых единиц) соответственно 0,75 т/га и 2,06 раза по сравнению с выщелоченными черноземами лесостепи Среднего Поволжья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов Е.В. Изменение агрохимических свойств чернозема обыкновенного и урожайности сорго под влиянием бентонита / Е.В. Агафонов, М.В. Хованский // Проблемы агрохимии и экологии, 2010. - № 3. - С. 3-6.
2. Агиева Г.Н., Нижегородцева Л.С., Диабанкана Р.Ж.К., Абрамова А.А., Сафин Р.И. Хисматуллин М.М. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2020. - Т. 15. № 4(60). - С. 5-9.
3. Агрономическая эффективность применения глауконита при возделывании сельскохозяйственных культур / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко, М.П. Акулич, Н.В. Улахович // технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. - Горки : БГСХА, 2019. -С. 30-32.
4. Агрономические руды Республики Татарстан: ресурсный потенциал, перспективы их использования в сельском хозяйстве/ А.А. Лукманов, Р.М. Миннуллин, А.Н. Тюрин; под ред. Н.И. Акановой, М.Ю. Гилязова – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2023. – 120 с.
5. Агрохимия: учеб. пособие для вузов / Г.Г. Романов, Г.Я. Елькина, А.А. Юдин, Н.Т. Чеботарев; под ред. Е.Д. Лодыгина. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2022. - 148 с.
6. Аканова Н.И. Проблема химической мелиорации почв в земледелии Российской Федерации / Н.И. Аканова, И.А. Шильников // Плодородие. - 2018. - №2. - С. 9-11.
7. Аканова, Н.И. Агроэкологическая и энергетическая эффективность сочетания известкования с минеральными удобрениями: дис... д-ра биол. наук / Н.И. Аканова / 06.01.04.. - М., 2001. - 354 с.
8. Аккумулятор знаний по агрохимии : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1: Питание растений. Свойства почвы. Удобрения: виды, состав, свойства / А. А. Лукманов, А.В. Ивойлов; под ред. А.В. Ивойлова. – Казань: ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ», 2023. – 160 с.

9. Аккумулятор знаний по агрохимии : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2: Система удобрений / А. А. Лукманов, А.В. Ивойлов; под ред. А.В. Ивойлова. – Казань: ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ», 2024. – 168 с.

10. Аксенов Е.М., Баталин Ю.В., Вишняков А.К. и др. Перспективы освоения сырьевой базы калийных удобрений на Востоке России // Минеральные ресурсы России, 2008. -№ 1. -С. 79-89.

11. Алиев Ш.А. Агрохимическое обоснование использования сыромолотых фосфоритов Сюндюковского месторождения под сельскохозяйственные культуры на выщелоченных черноземах Татарской АССР. Автореф. дис. канд.с-х наук. - Москва, 1990. - 23 с.

12. Алиев Ш.А. Агроэкологическая оценка земель Республики Татарстан / Ш. А. Алиев, В.З. Шакиров, С.Ш. Нурисв, И.Н. Салимжанова // Агрохимический вестник, 2003. - № 1. - С. 25-27.

13. Алиев Ш.А. Использование местных сырьевых ресурсов в качестве удобрения // Агрохимический вестник, 2000. -№ 4. -с.27-28.

14. Алиев Ш.А. Проблемы известкования почв Республики Татарстан / Ш.А. Алиев, С.Ш. Нуриев, В.З. Шакиров. - Казань: Изд-во РИВЦ МСХП ТР, 2002. - 81 с.

15. Алиев Ш.А. Прогнозирование урожая озимой ржи/ Ш.А. Алиев, Л.Г. Гаффарова, И.Д. Давлятшин // Агрохимический вестник, 2001. - № 5. - С. 8-10.

16. Алиев Ш.А., Нуриев С.Ш., Ишкаев Т.Х. Сельскохозяйственное использование местных агоруд в земледелии Республика Татарстан (Агрохимическая и агроэкологическая оценка), - Казань, 2002. - 118 с.

17. Алиев Ш.А., Чумаченко И.Н., Сушеница Б.А. Агрохимические и технологические аспекты оценки фосфоритной муки Сюндюковского месторождения. Агрохимические исследования и технологии. Тр. ВНИПТИХИМ, Выпуск 1, том 2, Москва, 1999, с. 191-199.

18. Алиев, Ш.А. Агрохимическая характеристика почв Республики Татарстан и мероприятия по повышению ее плодородия / Ш.А. Алиев. - Казань Мат-

бугат йорты, 2000. - 32 с.

19. Амиров М.Ф. Агротехнологии зерновых культур./ М.Ф. Амиров, И.Р. Валеев и др.// Система земледелия в Республике Татарстан, 2014. - С. 18-140.

20. Амиров М.Ф. Влияние микроэлементов и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2017. - 12, №4 (47). - С. 5-8.

21. Амиров М.Ф., Толокнов Д.И. Влияние уровня минерального питания и микроэлементов на формирование урожая яровой пшеницы. Достижения науки и техники АПК, 2019. - т. 33, №5. -с. 18-20.

22. Амиров М.Ф., Толокнов Д.И. Формирование урожая яровой пшеницы в зависимости от использования минеральных удобрений, микроэлементов и гербицида в условиях Республики Татарстан // Плодородие, 2020. - № 3 (114). С. 6-9.

23. Амиров М.Ф., Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М, Сержанова А.Р., Аксакова В.В. Агробиологические основы формирования высококачественного урожая зерна видов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2019. - т. 14, № 54-1 (55), - С. 5-9.

24. Аскинази Д.Л. 1949. Фосфатный режим и известкование почв с кислой реакцией / Д. Л. Аскинази: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. – Москва: Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1949. - 216 с.

25. Белоусова Н.И., Мешалкина Ю.Л. Некоторые параметры катионно-обменного комплекса бореальных почв России / / Почвоведение, 2000. - № 8. - С. 951 - 965.

26. Богдевич И. М. Агрехимические пути повышения плодородия дерново-подзолистых почв: Автореф. дис... доктора с.-х. наук. М., 1992. - 73 с.

27. Валеев И.Г., Давлятшин И.Д., Фасхутдинов Ф.Ш. Почвенно-агрехимические основы формирования урожаев сельскохозяйственных культур в лесостепной зоне (на примере Аксубаевского района Республики Татарстан).

– Казань, 2003. - 136 с.

28. Вальников И.У., Ломако Е.И., Маханов В.И. Рекомендации по составлению проектно-сметной документации на комплексное агрохимическое окультуривание полей. – Казань, 1963. - 102 с.

29. Вафин Ф.Р., Бикчантаев И.Т., Шакиров Ш.К., Балакирев Н.А. Эффективность применения различных биологических препаратов при силосовании кукурузы // Ветеринария, зоотехния и биотехнология, 2018. – С. 77-83.

30. Вильдфлуш И.Р. Агрохимия. Удобрения и их применение в современном земледелии: учеб-метод. пособие / И.Р. Вильдфлуш, В.В. Лапа, О.И. Мишура; под ред. И.Р. Вильдфлуша. - Горки : БГСХА, 2019. - 405 с. - ISBN 978-985-467-934-1.

31. Вильямс В.Р. Собрание сочинений в 12 томах (том 2), М.: Изд-во сельскохозяйств. Литературы, 1952. -165 с.

32. Винокуров М.А. Черноземы Татарии / М.Л. Винокуров, А.В. Колоскова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1976. - 198 с.

33. Винокуров М.А., Нуриев С.Ш. Влияние окультуривания на групповой состав фосфора некоторых почв ТАССР, 1970. - 171-175с.

34. Влияние интенсивной и органической технологий возделывания на развитие корневых гнилей на яровой пшенице / В.Л. Бопп, Е.В. Савенкова, Н.А. Мистратова, Д.Н. Ступницкий // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 24-26 мая 2022 года. - Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. - С. 82-84.

35. Войтович Н.В. Потребление питательных веществ урожаем в различных агроценозах Центрального Нечерноземья / Н.В. Войтович, Б.П. Лобода // Агрохимия, 2005. - № 10. - С. 48-52.

36. Войтович Н.В. Фосфаты России и ближнего зарубежья / Н.В. Войтович, Б. А. Сушеница, В.Н. Капранов. - М.: ВНИИА, 2005. - 448 с.

37. Войтович Н.В. Фосфаты России и ближнего зарубежья / Н.В. Войтович, Б.А. Сушеница, В.Н. Капранов. - М.: ВНИИА, 2005. - 448 с.

38. Волынкин В.И. Эффективность применения суперфосфата при различной обеспеченности фосфором культур зернопарового севооборота в Курганской лесостепи / В.И. Волынкин, О.В. Волынкина // *Агрохимия*. - 2012. - № 6. - С. 38-44.

39. Воробьев Г.Т. Агрохимические основы реабилитации почв центра Русской равнины, загрязненных радионуклидами: Автореф. дис... д-ра с.-х. наук. - М., 1999. - 122 с.

40. Воронин А.Н. Влияние длительного применения удобрений на фосфатный режим чернозема типичного / А.Н. Воронин, В.В. Никитин, В.Д. Соловченко // *Агрохимия*, 2015. - № 3. - С.17-20.

41. Галиева Л.П. Физико-химические свойства и фосфатный режим черноземов выщелоченных Приобья при внесении сидератов // Л.П. Галиева // *Агрохимия*, 2009. - № 5. - С. 22-28.

42. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Г.П. Гамзиков. - Новосибирск: Новосиб. ГАУ, 2013. - 790 с.

43. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Г.П. Гамзиков. - Новосибирск: Изд-во ИИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2013. - 790 с.

44. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири / Г.П. Гамзиков. - М.: Наука, 1981.- 266 с.

45. Ганжара Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. - М. : Агроконсалт, 2001. - 392 с.

46. Гарднер Г., Гарнер Г. 1954. Известкование почв в Англии./ Сокр. пер. с англ. С.В. Моро; Под общ. ред. и с предисл. д. чл. - акад. Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина О.К. Кедрова-Зихмана. - Москва: Изд-во иностр. лит., 1954. - 228 с. М. 226 с.

47. Гарифуллин Ф.Ш. Роль окультуривания в эволюции почв. - В кн.: Вопросы генезиса, бокитировки и повышения плодородия почв Южного Урала и

Среднего Поволжья". Уфа, 1974, - с. 28-33.

48. Гаффарова Л.Г., Лукманов А.А. Экология почв: учебное пособие. - Казань: Изд-во КГАУ, 2023. – 68 с.

49. Гедройц К.К. 1955. Учение о поглотительной способности почв. М: Сельхозгиз, 1933. -343с.

50. Гедройц К.К. Почвенный поглощающий комплекс, растение и удобрений / К.К. Гедройц. - М.: Сельхозгиз, 1935. - 344 с.

51. Георгиевский А.Ф., Бугина В.М. Современное состояние и перспективы развития фосфатно-сырьевой базы России. / Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования, 2020. URL: [https:// cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivu-razvitiya-fosfatno-syrievooy-bazy-rossii](https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivu-razvitiya-fosfatno-syrievooy-bazy-rossii) (дата обращения 09.02.2024)

52. Гилязов М.Ю. Агроэкологическая характеристика и приемы рекультивации нефтезагрязненных черноземов Республики Татарстан. - Казань: «ФЭН», 2003. - 228 с.

53. Гилязов М.Ю. Нефтезагрязнение почвы Республики Татарстан // Агрохимический вестник. - 2001. №6. - с. 21 - 25.

54. Глухих М.А. Агрохимия : учеб. пособие для вузов / М.А. Глухих. - 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2023. - 120 с. - ISBN 978-5-507-45941-4.

55. Голубев Б.А. 1954. Кислые почвы и их улучшение. М., Сельхозгиз. 164 с.

56. Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. - М.: Наука, 1978. - 293 с.

57. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 2019 год. Апатитовые руды / Российский федеральный геологический фонд. URL: <https://rfgf.ru/bal/itemview.php?iid=7895> (дата обращения: 22.04.2020).

58. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 2019 год. Фосфоритовые руды / Российский федеральный геоло-

гический фонд. URL: <https://rfgf.ru/bal/> (дата обращения: 22.04.2020).

59. Государственный доклад о состоянии и использовании земель в Республике Татарстан в 2001 году. - Казань, 2002. - 146 с.

60. Государственный доклад. О состоянии и использовании земель в Республике Татарстан в 2011 году. - Казань. - 2012. - 117 с.

61. Груздева Н.А. Фосфорный режим пахотных серых лесных почв Северного Зауралья / Н.А. Груздева, Д.И. Еремин // Агрехимический вестник. - 2017. - № 5. - С. 12-15.

62. Гумусное состояние и пищевой режим зональных почв Республике Татарстан при использовании удобрений в полевых севооборотах/ А.А. Лукманов, Р.С. Шакиров, З.М. Бикмухаметов, Р.Х. Габитов; под ред. М.Ю. Гилязова, Р.И. Сафина – Казань: Логос Пресс, 2023. - 80 с.

63. Давлятшин И.Д. Динамика агрохимических свойств пахотных почв и урожайность озимой ржи / И.Д. Давлятшин, Ш.А. Алиев, Л.Г. Гафарова // Агрехимия. - 2001. - № 9. - С. 13-16.

64. Давлятшин И.Д. Источники фосфора и оценка их вклада в подвижный фонд этого элемента в пахотных почвах лесостепной зоны / И.Д. Давлятшин, Л.А. Лукманов, М.И. Маметов // Достижения науки и техники АПК. - 2018. - Т. 32, № 4. - С. 21-24.

65. Давлятшин И.Д. Калий в пахотных почвах лесотепи / И.Д. Давлятшин, А.А. Лукманов, А.М. Бадиков // Плодородие. - 2013. - № 2. - С. 27-28.

66. Давлятшин И.Д. Новый метод расчета окупаемости минеральных удобрений урожаем озимой ржи / И.Д. Давлятшин, Н.Б. Бакиров // Агрехимический вестник. - 2007. - № 4. - С. 6-8.

67. Давлятшин И.Д. Почвенно-агрехимические параметры и урожайность яровой пшеницы в лесостепи Западного Закамья Предуральской провинции / И.Д. Давлятшин, Н.Б. Бакиров. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2010. - 358 с.

68. Давлятшин И.Д. Связь между элементами питания и урожайностью яровой пшеницы / И.Д. Давлятшин, Р.В. Миникаев, Г.С. Сафисва // Вестник

РАСХН. - 2012. - № 3. - С. 8-11.

69. Двойникова О.И. Методические подходы к экономической оценке ресурсосберегающих технологий // Материалы международной научной конференции «Агрохимические технологии, приемы и способы увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции» (21-22 мая 2008 г.). - Москва: ВНИИА, 2008. - 173 с.

70. Дебринцева А.М. Агрохимия. Курс лекций: учеб. пособие / А.М. Дебринцева. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2006. - 100 с.

71. Державин Л.М. Интегрированное применение агрохимических средств в зерновом хозяйстве / Л.М. Державин // Агрохимия. - 2007. - № 12. - С. 3-17.

72. Дзанагов С.Х. Агрохимия: учеб. для вузов / С.Х. Дзанагов. - СПб.: Лань, 2023. - 376 с. - ISBN 978-5-507-45260-6

73. Дмитриев Н.Н. Систематическое применение удобрений как фактор стабилизации плодородия серых лесных почв и продуктивности зерновых культур в зернопаровом севообороте / Н.Н. Дмитриев, Г.П. Гамзиков // Агрохимия. - 2015. - № 2. - С. 3-12.

74. Добровольский Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв: учебник / Е.Д. Никитин. 2-е изд., уточн. и доп. М.: Издательство Московского университета, 2012. 412 с.

75. Докучаев В.В. Русский чернозем: Отчет Императорскому Вольному экономическому обществу: с почвенной картой и 12-ю рис. в тексте / В.В. Докучаев. - СПб.: Тип. Деклерона и Евдокимова, 1883. - 376 с.

76. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

77. Доспехов Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. - М.: Агропромиздат, 1987. - 383 с.

78. Дубовик Д.В. Накопление макро- и микроэлементов корневой систе-

мой растений озимой пшеницы на серой лесной почве в склоновом агроландшафте / Д.В. Дубовик, Е.В. Дубовик //Агрохимия. - 2015. - № 10. - С. 50-56.

79. Духанин Ю.А. Агрохимия, биология и экология песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почв / Москва: ФГНУ Росинформагротех, 2003 -240 с.

80. Еремин Д.И. Сохранение плодородия сибирских черноземов как неотъемлемая часть продовольственной безопасности страны // Агропродовольственная политика России. 2017. № 10 (70). С. 83-89.

81. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии (теория и практика). Т. II. Москва: Агрорус, 2009- 2011. 624 с.

82. Завалин А.А., Кожемяков А.П., Сологуб Д.Б., Зинковская Т. С. Действие биопрепарата Ризоагрин на продуктивность и азотное питание яровой пшеницы. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2001, № 2, с. 23-25.

83. Завьялова Н.Е. Влияние извести на показатели плодородия дерново-подзолистой почвы / Н.Е. Завьялова, А.И. Косолапова, Е.М. Митрофанова // Плодородие. - 2005. - № 1. - С. 26-28.

84. Зеленов Н.А., Швырков Д.А. Влияние различных форм и доз химических мелиорантов на плодородие дерново-подзолистых почв, продуктивность и качество картофеля // Материалы международной научной конференции «Агрохимические технологии, приемы и способы увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции» (21-22 мая 2008 г.). - Москва: ВНИИА, 2008. - 232 с.

85. Земельный кодекс Российской Федерации (от 25.10.2001 N 136-ФЗ, ред. от 13.07.2015, с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015).

86. Зональные особенности почвенного покрова Республики Татарстан и приемы оптимизации химической мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» / А.А. Лукманов, Р.М. Миннуллин, Р.Х. Габитов, А.В. Погодина;

под ред. Ф.Н. Сафиоллина – Казань. Изд-во Казанского ГАУ, 2023, - 122 с.

87. Иванов А. Л., Столбовой В.С. Инициатива "4 промилле" - новый глобальный вызов для почв России // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. -2019. -№ 98. - С. 185-202. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-98-185-202.

88. Иванов А.Л. Научно-технологическое развитие землепользования с использованием цифровых технологий в земледелии // Вестник Российской академии наук. - 2019. -Т. 89. № 5. -С. 522-524.

89. Иванов А.Л. Почвенные ресурсы и биологический потенциал в системе мер адаптации сельского хозяйства России к природно-климатическим изменениям / А.Л. Иванов // Плодородие. - 2018. - № 1. - С. 42-47.

90. Иванов А.Л., Кулинцев В.В., Дридигер В.К., Белобров В.П. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 4. С. 8-16.

91. Иванов А.Л., Столбовой В.С. Интегральная цифровая платформа: Ивойлов А.В. Влияние известкования и минеральных удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота и плодородие выщелоченного чернозема: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Ивойлов. - М., 1988. - 20 с.

92. Ивойлов А.В. Влияние известкования и минеральных удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота и плодородие выщелоченного чернозема: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А.В. Ивойлов. - М., 1988. - 20 с.

93. Ивойлов А.В. Влияние известкования и минеральных удобрений при длительном применении в севообороте на урожай полевых культур и его качество, агрохимические свойства чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого / А.В. Ивойлов // Агрохимия. - 1991. - № 10. - С. 85-93.

94. Ивойлов А.В. Влияние погодных условий на продуктивность яровой пшеницы и ячменя, эффективность отдельных видов и сочетаний удобрений в зоне неустойчивого увлажнения / А.В. Ивойлов // Агрохимия. - 1995. - № 11. - С. 58-65.

95. Ивойлов А.В. Отзывчивость сортов ярового ячменя на минеральные удобрения / А.В. Ивойлов, О.Н. Самойлова, В.И. Копылов // Агрохимия. - 2006. - № 9. - С. 33-41.

96. Ивойлов А.В. Эффективность удобрения и известкования выщелоченных черноземов / А.В. Ивойлов. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. - 264 с.

97. Ильин А.В. Древние (эдиакарские) фосфориты. М.: ГЕОС, 2008. 157 с.

98. Калий в почвах Волжско-Камской лесостепи / Б.Г. Галимов, К.Ш. Шакиров, И.Г. Абызов [и др.]; науч. ред. А.В. Колоскова. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1985. - 112 с.

99. Каренгина Л.Б., Байкенова Ю.Г. К методике расчета комплексного агрохимического окультуривания полей // Аграрный вестник Урала. 2016. № 8 (150). С. 31-37.

100. Каримова Л.З. Эффективность возделывания яровой пшеницы при различных схемах питания и защиты растений / Л.З. Каримова, И.П. Таланов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. - № 53. - С. 122-125.

101. Карпинец Т.В. Моделирование режима калия в системе почва - растение: Автореф. дисс... д-ра с. - х. наук. - М., 2000. - 37 с.

102. Кедров-Зихман О.Л. Известкование почв и применение микроэлементов. М., 1957. - 429 с

103. Кидин В.В. Агрохимия: учеб. для вузов / В.В. Кидин, С.П. Торшин. - М.: Проспект, 2022. - 608 с. - ISBN 978-5-392-35729-1

104. Кидин В.В. Агрохимия: учеб. пособие для вузов / В.В. Кидин. - М.: Инфра-М. 2019. - 351 с. - ISBN 978-5-16-014937-0

105. Кирилова В.Г. Влияние различных систем удобрения культур в севообороте на калийный режим дерново-подзолистой почвы / Г.Б. Кириллова // Агрохимия. - 2005. - № 9. - С. 13-19.

106. Кирпичников Н.А., Чернышкова Л.Б. Научное обоснование применения фосфоритной муки в условиях многолетнего полевого опыта // Плодород-

дие. 2017. № 5 (98). С. 20-23.

107. Кирпичников Н.А., д.с.-х. н., Л.Б. Чернышкова, ВНИИА. - Научное обоснование применения фосфоритной муки в условиях многолетнего полевого опыта // Плодородие №5-2017, 20-23 с. [URL:https://cyberleninka.ru/article/n/nauchnoe-obosnovanie-primeneniya-fosforitnoy-muki-v-usloviyah-mnogoletnego-polevogo-opyta/viewer](https://cyberleninka.ru/article/n/nauchnoe-obosnovanie-primeneniya-fosforitnoy-muki-v-usloviyah-mnogoletnego-polevogo-opyta/viewer) (дата обращения 09.02.2024).

108. Кирсанов, А.Т. Упрощенное химическое определение потребности почв в фосфорнокислых удобрениях - Ленинград: ВАСХНИЛ, 1932-31 с.

109. Кирюшин В.И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования / В.И. Кирюшин // Достижения науки и техники АПК. - 2016. - Т. 30, № 3. - С. 19-25.

110. Кобякова Т. И. Эффективность фосфоритования черноземных почв северной лесостепи Курганской области // Аграрный вестник Урала. 2019. № 9 (188). С. 8–11. DOI:10.32417/article_5dadfe3b006243.52917052.

111. Кобякова Т.И., Уфимцева Л.В. Динамика кислотности черноземных почв северной лесостепи Курганской области // Агрехимический вестник. 2017. Т. 5. № 5. С. 34-36.

112. Кобякова Т.И., Уфимцева Л.В. Оценка показателей плодородия почв сельскохозяйственных угодий северной лесостепи Зауралья // Агрехимический вестник. 2018. № 5. С. 2-5.

113. Колесар В.А. Оценка влияния агроклиматических изменений на развитие болезней яровой пшеницы в Предкамье Республики Татарстан / В.А. Колесар, А.А. Зиганшин, Р.И. Сафин // Зерновое хозяйство России. - 2017. - № 2(50). - С. 45-47.

114. Корнилов М.Ф., Благовидов Н.Л., Залесский С.К. 1951. Известкование почв. Л. 185 с.

115. Корчагин А.А. Система удобрений: пособие / А.А. Корчагин. Владимир Изд-во ВлГУ, 2018. - 115 с.

116. Кочетков В.П. 1919. Об известковании почвы и применении его в

Америке // Известкование почвы в связи с внесением удобрений. М. С. 28-40.

117. Красницкий В.М. Агрехимическая характеристика и плодородие почв Омской области. - Омск, 1999. - 51 с.

118. Крупин Е.О., Шакиров Ш.К., Казеева Н.А. Тенденции изменения энергетической и протеиновой питательности силоса кукурузного в Республике Татарстан // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 246. № 2. С. 107-111.

119. Кудеяров В.Н. Баланс азота, фосфора и калия в земледелии России / В.Н. Кудеяров // Агрехимия. - 2018. - № 10. - С. 3-11.

120. Кузнецов А.В., Павлихина А.В. 2002. Кислотность пахотных почв Российской Федерации // Вопросы известкования почв. М., Агроконсалт. С. 109-112.

121. Кузьмич М.А. 2004. Агрехимическое обоснование применения нетрадиционных химических мелиорантов в земледелии России. Диссертация на соискание степени доктора сельскохозяйственных наук. М., НИИСХ ЦРНЗ. 324 с.

122. Курганова Е.В. Плодородие и продуктивность почв Московской области / Е.В. Курганова. - М.: Изд-во Москов. ун-та, 2002. - 320 с.

123. Курганова Е.В. Плодородие и продуктивность почв Московской области. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. - 319 с.

124. Курганова Е.В. Плодородие и продуктивность почв Московской области. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. - 320 с.

125. Либих, Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии / Ю. Либих. - М.-Л.: Селхозгиз, 1936. - 407 с.

126. Литвинович А.В. История известкования почв. // Агрехимика, 2014, - №2 (14). - С. 45-51.

127. Ломако Е.И. Влияние известкования и минеральных удобрений на агрехимические свойства выщелоченного чернозема и урожай полевых культур / Е.И. Ломако, Ф.Г. Бурганов, Н.В. Ермолаева. // Плодородие почв, удобрения,

урожай: Тр. ТатНИИ агрохимии и почвоведения. - Казань: ДАС, 2001. - С. 53-67.

128. Ломако Е.И. Влияние известкования и минеральных удобрений на агрохимические свойства выщелоченного чернозема и урожай полевых культур / Е.И. Ломако, Ф.Г. Бурганов, Н.В. Ермолаева // Плодородие почв, удобрения, урожай: Тр. ТатНИИ агрохимии и почвоведения. - Казань: ДАС, 2001. - С. 53-67.

129. Ломако Е.И. Воспроизводство плодородия почв Республики Татарстан / Е.И. Ломако. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2007. - 318 с.

130. Лукин С.В. Динамика основных показателей плодородия и продуктивности пахотных почв Белгородской области // Земледелие. - 2016. - № 3. - С. 20-22.

131. Лукин С.В. Использование результатов почвенного мониторинга для управления продуктивностью агроценозов / С.В. Лукин // Изв. Оренбург. ГАУ. - 2017. № 3(65). - С. 179-183.

132. Лукманов А.А., Ресурсный потенциал выщелоченных чернозёмов Среднего Поволжья / А.А. Лукманов. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. - 266 с. - ISBN 978-5-6044926-6-6.

133. Лукманов А.А. Урожайность озимой ржи и окупаемость удобрений в лесостепи Республики Татарстан. Вестник Российской сельскохозяйственной науки, 2017, № 6, с. 35-38.

134. Лукманов А.А. Актуальные проблемы известкования кислых почв Республики Татарстан и пути их решения / А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, М.И. Маметов // Агрохим. вестник. - 2010. - № 6. - С. 19-21.

135. Лукманов А.А. Актуальные проблемы известкования кислых почв Республики Татарстан и пути их решения / А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, Р.М. Миннулин. - Казань: Издательский центр «Арт-кафе». - 2008. - 130с.

136. Лукманов А.А. Известкование кислых почв в Республике Татарстан местными известковыми удобрениями / А.А. Лукманов, Р.М. Миннуллин // Аг-

рохим. вестник. - 2017. - № 5. - С. 37-41.

137. Лукманов А.А. Калийный фонд черноземов в лесостепной зоне / А.А. Лукманов // Плодородие. - 2019. - № 5. - С. 9-13.

138. Лукманов А.А. Особенности связи между агрохимическими свойствами почвы и урожайностью зерновых культур в лесостепной зоне Предволжья Республики Татарстан / А.А. Лукманов // Плодородие. - 2012. - № 2. - С. 14-16.

139. Лукманов А.А. Особенность развития септориоза и изучение отзывчивости сортов яровой пшеницы к некорневым подкормкам в условиях Республики Татарстан / А.А. Лукманова, Р. И. Сафин, Ф.З. Кадырова // Современные научно-практические основы агротехнологий в сельскохозяйственном производстве: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 23-25 апреля 2019 года. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. - С. 147-154.

140. Лукманов А.А. Оценка агрохимического состояния пахотных почв в лесостепной зоне Республики Татарстан / А.А. Лукманов, М.И. Маметов, И.Д. Давлятшин // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы XI Междунар. научно-практ. конф., посвященной памяти проф. С.А. Лапшина. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. - С. 219-223.

141. Лукманов А.А. Состояние плодородия пахотных почв Республики Татарстан и урожайность сельскохозяйственных культур / А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, И.Д. Давлятшин // Плодородие. - 2010. - № 1. - С. 6-8.

142. Лукманов А.А. Эколого-агрохимическая оценка плодородия почв и эффективности применения удобрений в Предволжье Республики Татарстан: автореф. дис. канд. биол. наук / А.А. Лукманов - М., 2011. - 26 с.

143. Лукманов А.А., Ивойлов А.В. Аккумулятор знаний по агрохимии, часть 2 – Казань, 2024 – 167 с.

144. Лукманов, А.А. Актуальные проблемы известкования кислых почв

Республики Татарстан и пути их решения / А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, Р.М. Миннулин. - Казань: Издательский центр «Арт-кафе». - 2008. - 130 с.

145. Максимов П.Г., Кузнецов А.В., Платонов И.Г. Результаты агроэкологической оценки сопредельных месторождений. - М.: Агропрогресс, 2000. - 109 с.

146. Материалы VI регион. науч. конф. почвоведов, агрохимиков и земледелов Юж. Урала и Сред. Поволжья / Башк. фил. АН СССР, Ин-т биологии; редкол.: М.Н. Бурангулова (отв. ред.) [и др.]; Уфа: БФАН СССР, 1974

147. Мерзлая Г.Е. Органическое вещество почвы и длительное применение удобрений // Плодородие почв России: состояние и возможности (к 100-летию со дня рождения Тамары Никандровны Кулаковской) / под ред. В.Г. Сычева. М.: ВНИИА, 2019. - С. 72-78.

148. Мерзликин А.С. Эффективность минеральных удобрений на сортах зерновых культур интенсивного типа селекции / А.С. Мерзликин, Л.П. Абрамкина // Агрохим. вестник. - 2011. - № 5. - С. 12-14.

149. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. - М.: Изд-во Москов. ун-та; КолосС, 2004. - 720 с.

150. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия / В.Г. Минеев. М.: Изд-во МГУ, 1999. - 332 с.

151. Минеев В.Г. Актуальные задачи агрохимии в условиях современного земледелия / В.Г. Минеев // Проблемы агрохимии и экологии. - 2011. - № 1. - С. 3-9.

152. Миннуллин Г.С., Сулейманов С.Р., Низамов Р.М., Маликов М.М. Влияние минеральных удобрений на урожайность различных видов кормосмесей на серых лесных почвах Республики Татарстан. Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2015, № 4 (38). – С. 76-80.

153. Михайлова Л.А. Агрохимия: курс лекций. В 3 ч. ч. 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л.А. Михайлова. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. - 426 с.

154. Муравин Э.А. Агрохимия: учеб. для вузов / Э.А. Муравин, В.И. Титова. - М.: Колос, 2010. - 463 с. - ISBN 978-5-9532-0545-0

155. Муравин Э.А. Агрохимия: учеб. для вузов / Э.А. Муравин, Л.В. Ромадина, В.А. Литвинский. - М.: Академия, 2016. - 304 с. - ISBN 978-5-4468-3141-8

156. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. 2010. Известкование почв. СПб. 254 с.

157. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Известкование почв. - СПб.: Изд-во НЧОУ НПО «СПУ им. Дона Боско», 2010. - 254 с.

158. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. - СПб.: Изд-во ООО «Инновационный центр защиты растений», 2005. - 252 с.

159. Небольсин А.Н., Осипов А.И., Эглит Л.В. Деятельность Ленинградского (Северо-Западного) научно-исследовательского института сельского хозяйства в историческом аспекте. Этапы научной деятельности Ленинградского НИИСХ. - Белогорка: Изд-во ООО «Инновационный центр защиты растений», 2005. - С. 7-18.

160. Небольсин А.Н., Яковлева Л.В., Осипов А.И. и др. Экологически безопасные удобрения: методические указания. - СПб.: Изд-во ООО «Инновационный центр защиты растений», 2005. - 26 с.

161. Небытов В. Г. Влияние фосфорных удобрений на урожайность культур в севообороте на черноземе в Орловской области // Инновационный путь развития предприятий АПК: сборник научных трудов по материалам XL международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава. 2017. С. 41-45.

162. Непряхин А.Е., Беляев Е.В., Карпова М.И., Лужбина И.В. Фосфоритовая составляющая МСБ России в свете новых технологических возможностей// Георесурсы, 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fosforitovaya-sostavlyayuschaya-msb-rossii-v-svete-novyh-tehnologicheskikh>

vozmozhnostey/viewer (дата обращения 09.02.2024).

163. Никитин В.В. Изменение фосфатного режима в черноземе юго-западной части лесостепи / В.В. Никитин, С.И. Тютюнов, В.Д. Соловченко // Агрохим. вестник. - 2017. - № 4. - С. 47-49.

164. Нуриев С.Ш. Известкование - основа повышения плодородия почв и экологизация земледелия // Нива Татарстана - 2003. - №4. - с. 10 - 12.

165. Нуриев С.Ш. Состояние кислотности почв в Республике Татарстан // Агрохимический вестник. - 2000. - №4. - с. 9 – 12.

166. Нуриев С.Ш. Состояние кислотности почв в Республике Татарстан. Агрохимический вестник, 2000, – С. 9-11.

167. Нуриев С.Ш. Состояние плодородия почв Республики Татарстан и проблемы повышения их плодородия / С.Ш. Нуриев, А.А. Лукманов, К.М. Хуснутдинов, И.Н. Салимзянова. - Казань: ООО «ИПЦ «Экспресс-формат», 2009. - 160 с.

168. Нуриева А.У., Нижегородцева Л.С., Сафин Р.И. Пластичность различных сортов яровой пшеницы в зависимости от фона питания // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2010. -Т. 5. № 3 (17). - С. 127-129.

169. Осипов А.И. Известкование кислых почв в историческом аспекте. Агрофизика от А.Ф. Иоффе до наших дней. СПб.: АФИ, 2002. - С. 275-289.

170. Осипов А.И. Известки содержащие отходы промышленности и их эффективное использование / Материалы Международной научно-практической конференции и V съезда почвоведов и агрохимиков (Минск, 2015 г.), часть 2. - Минск: ИВЦ Минфина, 2015. - С. 182-185.

171. Осипов А.И. История и практические аспекты известкования кислых почв в России // Агрохимический вестник. -2019. -№ 3. -С. 28-36.

172. Осипов А.И. Научные основы известкования кислых почв и перспектива их дальнейшего изучения // Сборник научных трудов отделения сельскохозяйственных наук. - СПб.: Северная звезда, выпуск 5, 2014. - С. 112-122.

173. Осипов А.И. Научные основы химической мелиорации почв и перспективы их дальнейшего изучения // *Агрофизика*, 2012, № 3. - С. 41-50.

174. Осипов А.И., Гадаборшев Р.Н. Применение цеолитов в сельском хозяйстве: учебное пособие. - СПб.: АМА НЗ Ф, 2009. - 66 с.

175. Осипов А.И., Минин В.Б. Научные основы управления реакцией среды кислых пахотных почв // *Материалы XVI Международного экологического форума «День Балтийского моря» (Санкт-Петербург, 2015 г.)*. - СПб.: Изд-во «Свое издательство», 2015. - С. 49-50.

176. Осипов А.И., Миннулин Р.М. Опыт работы Республики Татарстан по известкованию кислых почв / *Материалы международного конгресса «Агрорусь» (Санкт-Петербург, 2013 г.)*. - СПб.: ЗАО Экспо-Форум, 2013. - С. 74-75.

177. Панасюга П.И., Мельничук Д.И., Старовойтов М.Н. Возможные пути повышения эффективности минеральных удобрений при возделывании картофеля // *Современные пробл. использ. почв и повышения эффективности удобрений*. - Ч. 2. - Горки, 2001. - С. 129-132.

178. Перельман А.И. Очерки геохимии ландшафта / А.И. Перельман. - М.: Географгиз, 1955. - 164 с.

179. Пигарева Н.Н. Калийный фонд Бурятии / Н.Н. Пигарева, Н.А. Пьянкова // *Плодородие*. - 2009. - № 3. - С. 8-9.

180. Плотников А. М. Агрохимические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность зерновых культур под влиянием удобрений и химических мелиорантов в условиях Зауралья // *Вестник Курганской ГСХА*. 2018. № 4 (28). С. 30-35.

181. Плотников А. М. Содержание и запасы фосфора и калия в чернозёме выщелоченном на Шадринском опытном поле // *Научное наследие Т.С. Мальцева и современные проблемы земледелия России: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115-й годовщине со дня рождения Т.С. Мальцева*. Курган: Изд-во «Куртамышская типография». 2011. С. 192-195.

182. Плотников А.М. Баланс фосфора в зернопаровом севообороте // Вестник Курганской ГСХА 2018. № 3 (27). С. 45-47.

183. Плотников А.М. Зависимость урожайности зерновых культур от содержания в почве доступных форм фосфора и калия // Вестник Курганской ГСХА, № 1, 2019 0 17 -20.

184. Поддубный А.С. Динамика агрохимического состояния пахотных почв в лесостепи Белгородской области / А.С. Поддубный // Достижения науки и техники АПК. - 2018. - № 6. - С. 15-17.

185. Попов П.Д. Агрохимическая наука - производительная сила // Агрохимический вестник. - 2001. - №3. - с. 21 - 24.

186. Почвоведение. В 2 ч. / под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. - Ч. 2. Типы почв, их география и использование / Л.Г. Богатырев, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина [и др.]. - М.: Выст. шк., 1988. - 400 с.

187. Прокошев В. В. Калий и калийные удобрения / В.В. Прокошев, И. П. Дерюгин. - М.: Ледум, 2000. - 185 с.

188. Прянишников Д.Н. Агрохимия. / акад. Д. Н. Прянишников. - 3-е, значит. доп. изд. - Москва: Сельхозгиз, 1940. - 644 с.

189. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения / Д.Н. Прянишников; сост. А.В. Петербургский. Т. 1 : Агрохимия. - М.: Колос, 1965. - 767 с.

190. Романенков В.А. Оценка климатических рисков при возделывании зерновых культур на основе региональных данных и результатов длительных опытов Геосети / В.А. Романенков, В.Н. Павлова, М.В. Беличенко // Агрохимия. - 2018. - № 1. - С. 77-86.

191. Сабирзянов А.М., Таланов И.П., Хадеев Т.Г. Отзывчивость яровой пшеницы на фоны питания и приемы основной обработки почвы // Плодородие, - 2020. №3 (114) -с. 20-22

192. Сабиров А.Т. Агрохимические свойства и урожайность зерновых культур в Республике Татарстан / А.Т. Сабиров, И. Д. Давлятшин // Вести. Казан. ГАУ. - 2007. - № 2 (6). - С. 54-57.

193. Сафин Р.И., Амиров А.М., Турнин С.Л., Нижегородцева Л.С. Оценка продуктивности и экологической пластичности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2015, т. 10, №3 (37), С. 148-151.

194. Сафиоллин Ф.Н., Миннуллин Г.С., Хисматуллин М.М., Сочнева С.В. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота - яровой пшеницы ЭКАДА 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. - 2017. - № 2(50). - С. 29-33.

195. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений в Республике Татарстан / Под редакцией д.б.н., профессора М.Л. Пономаревой, академика АН РТ Л.П. Зариповой. - Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2013. - 447 с.

196. Сержанов И.М. Эффективность биологических удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях северной части лесостепи / И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, С.Ш. Нуриев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. - 2013. - №11. - С. 56-65.

197. Система удобрения яровых зерновых культур при возделывании на дерново-подзолистых почвах: рекомендации / Лапа В. В. и [др.]. Ин-т почвоведения и агрохимии. - Минск, 2009. - 32 с.

198. Системы удобрения в агротехнологиях Зауралья / О. В. Волынкина [и др.]. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2017. 284 с.

199. Смирнов П.М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. - М.: Колос, 1977. - 240 с.

200. Соколовский А.Н. 1919. Известкование в Германии // Известкование почвы в связи с внесением удобрений. М.С. 17-28.

201. Сотченко Ю.В., Сотченко В.С., Шайтанов О.В., Хуснуллин М.И. Промежуточные итоги испытаний перспективных селекционных образцов кукурузы для условий Республики Татарстан, 2012-14 гг. // Нива Татарстана.

2017. № 1-2. С. 33-36.

202. Справочник агрохимика Республики Татарстан / М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов, А.В. Ивойлов [и др.]; под ред. А.В. Ивойлова: учеб. пособие. – Изд. 3-е, перераб. – Казань: Логос-Пресс, 2024. – 372

203. Справочник агрохимика Республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, И.Д. Давлятшин [и др.]; под ред. акад. РАСХН П.А. Чекмарева. - Казань, 2015. - 324 с.

204. Стекольников К. Е., Горб И. С., Кольцова О. М. Влияние длительного применения удобрений и мелиоранта на кислотно-основный режим чернозема выщелоченного // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 4. С. 22-31.

205. Суханов П.А. 2013. Научные основы оценки и управление агроресурсным потенциалом региона (на примере Ленинградской области). Диссертация на соискание степени доктора сельскохозяйственных наук. Спб., ГНУ АФИ. 351 с.

206. Сычев в г. Кирпичников н А. Приемы оптимизации фосфатного режима в агротехнологиях. М.: ВНИИА (всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии), 2009, 176 с.

207. Сычев В.Г. Возможности совершенствования градаций содержания «доступного» калия / В.Г. Сычев // Агрохим. вестник. - 2000. - № 5. - С. 30-34.

208. Сычев В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь / В.Г. Сычев. - М.: ЦИНАО, 2003. - 228 с.

209. Сычев В.Г. Почвенно-агрохимические ресурсы повышения продуктивности земледелия в Приволжском регионе / В.Г. Сычев, Р.А. Афанасьев // Плодородие. - 2017. - № 4. - С. 2-6.

210. Сычев В.Г. Прогноз потребности и платежеспособности спроса сельского хозяйства Российской Федерации до 2020 года / В.Г. Сычев, В.И. Ефремов, А.А. Завалин (и др.). – М.: ВНИИА, 2011. - 52 с.

211. Сычев В.Г. Прогноз потребности сельского хозяйства России в ми-

неральных удобрениях к 2030 г. / В.Г. Сычев, Шафран С.А. Т.М. Духанина // Плодородие. - 2016. - № 2. - С. 5-7.

212. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В.Г. Сычев. - М.: РАН, 2019. - 325 с.

213. Сычев В.Г. Трансформация калия в почвах агроценозов без применения удобрений / В.Г. Сычев, Л.В. Нкитина // Плодородие. - 2017. - №6. - С. 5-7.

214. Таланов И. П. Яровая пшеница в лесостепи Поволжья / И.П. Таланов. - Казань: «Интер-Графика». - 2005. - 229 с.

215. Таланов И.П., Михайлова М.Ю., Каримова Л.З. Отзывчивость гибридов кукурузы на внесения расчетных доз минеральных удобрений в условиях Предволжья РТ // Вестник Казанского государственного аграрного университета. -2015. -Т. № 2(36). - С. 123-127.

216. Темников В.Н. Агрохимические пути повышения плодородия дерново-подзолистых почв центрального района Нечерноземной зоны России // Материалы международной научной конференции «Агрохимические технологии, приемы и способы увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции» (21-22 мая 2008 г.). - Москва: ВНИИА, 2008. – 30 с.

217. Титова В.И. Агрохимия - 2021: учеб. пособие / В.И. Титова. - Н. Новгород: [б. и.], 2021. - 208 с. - ISBN 978-5-6046715-1-1

218. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии / И.В. Тюрин. - М.: Наука, 1965. - 320 с.

219. Тюрин И.В. Почвы лесостепи / И.В. Тюрин // Почвы СССР. - М. -Л.: Изд-во АН СССР, 1939. - Т. 1. - С. 187-223.

220. Умаров М.М. Микробиологическая трансформация азота в почве / М.М. Умаров, А.В. Кураков, А.Л. Степанов. - М.: ГЕОС, 2007. - 138 с.

221. Утэй И.В. Агропроизводственная характеристика почв ТАССР и их рациональное использование / И.В. Утэй. - Казань: Тат. кн. из-во, 1968. - 208 с.

222. Утэй И.В. О дифференцированных методах создания мощного пахотного слоя на северных нечерноземных почвах / И.В. Утэй // Тр. Казан. СХИ.

- Казань: Изд-во Казан. СХИ, 1956. - С. 35-41.

223. Утэй И.В., Ишкаев Г.Х. Действие и последствие Ni, Co на урожай сельскохозяйственных культур на серых лесных почвах Татарии. 1966. -312-315 с.

224. Филок И.И., Шеларь И.А. Влияние сельскохозяйственного освоения и длительного применения удобрений на гумусное состояние темно-серых лесных почв // Агрохимия. - 2002. - №1. - с. 16 - 22.

225. Хисматуллин М.М., Валиев А.Р., Хисматуллин М.М., Мухаметгалиев Ф.Р., Асадуллин Н.М., Уллах Р. Противоэрозионная мелиорация в Республике Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 2(66). С. 47-54.

226. Чекмарев П. А., Лукманов А. А., Владимиров К. В. Подвижный фосфор и его баланс в пахотных почвах Республики Татарстан // Мир инноваций. 2015. №1-4. С. 1-8.

227. Чекмарев П.А. Воспроизводство плодородия - залог стабильного развития агропромышленного комплекса России / П.А. Чекмарев // Плодородие. 2018. - № 1. - С. 4-7.

228. Чекмарев П.А. Плодородие и продуктивность почв Республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Луканов, С.Ш. Нуриев. - Казань: Изд-во Экспресс-формат, 2011. - 245 с.

229. Чекмарев П.А. Состояние плодородия пахотных почв Центрально-Черноземных областей России / П.А. Чекмарев // Достижения науки и техники АПК. - 2015. - Т. 29, № 9. - С. 17-20.

230. Чекмарев П.А. Состояние плодородия почв и мероприятия по его повышению/ П.А. Чекмарев // Агрохим. вестник. - 2012. - № 1. - С. 2-4.

231. Чекмарев П.А., Фомин В.Н., Турнин С.Д. Влияние сорта и удобрений на урожайность кукурузы при возделывании на зерно // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. N 9. С. 22-24.

232. Чириков, Ф. В. Агрохимия калия и фосфора / Москва, 1956. – 265 с.

233. Чумаченко И.Н. Фосфор в жизни растений и плодородии почв / И.Н. Чумаченко. - М.: ЦИНАО, 2003. - 124 с.

234. Чумаченко И.Н. Фосфор в жизни растений и плодородии почв. М.: ЦИНАО, 2002, 124 с.

235. Чумаченко И.Н. Фосфор и воспроизводство плодородия почв/ И.Н. Чумаченко, Б.А. Сушеница // Агрохим. вестник. - 2001. - № 1. - С. 28-31.

236. Чумаченко И.Н., Обущенко В.Л., Капранов В.Н., Обущенко С.В. Агрохимическая оценка состояния плодородия черноземных почв и эффективность применения удобрений в среднем Заволжье - Самара, -2002. - 195 с.

237. Чумаченко И.Н., Сушеница Б.А. Алиев Ш.А. Влияние фосфоритной муки Сюндюковского месторождения Татарстана на плодородие почв. // Совершенствование методологии исследования фосфатного режима почв, оптимизация фосфорного питания растений и баланс фосфора в агроэкосистемах. Материалы симпозиума (Немчиновка, 9-10 февраля 1998г.), Москва, 1999, – С. 193-201.

238. Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш., Каримов Х.З. Итоги экологических испытаний новых гибридов кукурузы в экстремальных условиях 2017 г. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 4(51). С. 96-102.

239. Шакиров Ш. К., Шайтанов О.В., Хазипов Н.Н. Кукуруза: технология выращивания, консервирования, хранения, переработки и использования в молочном скотоводстве РТ. Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2017. 104с.

240. Шатилов И.С. Принципы программирования урожайности / И.С. Шатилов // Вестн. с.-х. науки. - 1973. - № 3. - С. 8-14.

241. Шафран А.С. Влияние агрохимических свойств почв Центрального района на урожайность зерновых культур / С.А. Шафран, В.А. Прошкин // Агрохимия. - 2008. - № 7. - С. 5-12.

242. Шафран С.А. Баланс питательных веществ и прогнозирование пло-

дородия почв / С.А. Шафран, Ю.С. Авдеев // Агрохим. вестник. - 2000. - №1. - С. 26-28.

243. Шафран С.А. Значение комплексного агрохимического окультуривания почв в повышении эффективности применения азотных удобрений / С.А. Шафран, Т.М. Духанина // Агрохимия. - 2017. - № 11. - С. 21-30.

244. Шилов А.Н. Плотников А.М. Продуктивность зернопарового под влиянием азотно-фосфорных удобрений // Вестник Курганской ГСХА. 2014. №1 (9). С. 28-30.

245. Шилов А.Н., Плотников А.М., Зависимость урожайности яровой пшеницы от содержания в почве доступных форм фосфора // Вестник Курганской ГСХА 2012. -№3 (3). - С. 40-42.

246. Шильников И.А. Краткие итоги и задачи научных исследований по проблеме известкования почв в Российской Федерации // Вопросы известкования почв. М., Агроконсалт, 2002. -С. 4-8

247. Шильников И.А. Агрохиммелиорация - основа применения удобрений / И.А. Шильников // Плодородие. - 2006. - № 5. - С. 24-26.

248. Шильников И.А. Известкование выщелоченных и оподзоленных черноземов / И.А. Шильников, Н.П. Богомазов, А.В. Ивойлов // Плодородие черноземов России; под ред. Н.З. Милащенко. - М.: Агроконсалт, 1988. - С. 266-280.

249. Шильников И.А. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия / И.А. Шильников, В.Г. Сычев, Н.А. Зеленев, Н.И. Аканова, Л.С. Федотова. - М.: ВНИИА, 2008. - 308 с.

250. Шильников И.А. Известкование почв / И.А. Шильников, Л.А. Лебедева. - М.: Агропромиздат, 1987. - 171 с.

251. Шильников И.А. Периодическое известкование - фактор стабилизации урожая в условиях засухи / И.А. Шильников, Н.И. Аканова, Н.А. Зеленев (и др.) // Плодородие. - 2012. -№2. - С. 34-36.

252. Шильников И.А., Лебедева Л. А. Известкование почв. М., ВО «Агро-

промиздат», 1987. – 172 с.

253. Шоба С.А., Савин И.Ю., Лаптева Е.М. // Почвы - стратегический ресурс России: Материалы пленарных докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв. Часть 1. Москва-Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2022. - С. 105-109.

254. Юлушев И.Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП / Киров: ОАО Дом печати – Вятка, 2005. -367 с.

255. Ягодин Б.А. Агрохимия: учеб. для вузов / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. - 4-е изд., стер. - СПб.: Лань. 2023. - 584 с. - ISBN 978-5-507-45532-4

256. Яковлева Л.В. Миграция оснований в дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России. СПб., 2013. – 105 с.

257. Якушев В.П. Информационное обеспечение точного земледелия/ В.П. Якушев, В.В. Якушев. - СПб.: [б.и.], 2007. - 382 с.

258. Якушев В.П., Осипов А.И. Химическая мелиорация почв - вчера, сегодня, завтра // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2013, № 30. - С. 68-72.

259. Якушев В.П., Осипов А.И., Миннулин Р.М., Воскресенский С.В. 2013. К вопросу об известковании кислых почв в России. Агрофизика. 2 (10): 18-22.

260. Якушев В.П., Осипов А.И., Миннулин Р.М., Воскресенский С.В. К вопросу об известковании кислых почв в России // Агрофизика, 2013, № 2. - С. 18-24.

261. Якушев В.П., Осипов А.И., Якушев В.В. Потенциал развития отрасли растениеводства в РФ с использованием информационных технологий точного земледелия / Материалы Шестого Международного форума «Продовольственная безопасность» (Санкт-Петербург, 2016 г.). - Пушкин: типография ИАЭП,

2016. - С. 66-73.

262. Якушкин, Н.М. Аграрный сектор Татарстана в условиях рыночной экономики / Н.М. Якушкин, В.П. Васильев, Р.Н. Минниханов. - Казань: Изд-во Казан ТСХА, 1997. - 316 с.

263. Яппаров А.Х. Основные подходы к разработке программ «Плодородие» / А.Х. Яппаров, В.З. Латыпова, Е.И. Ломако [и др.]. - Казань: Изд-во «ДАС». 2002. - 163 с.

264. Яппаров А.Х., Биккинина Л.М.Х., Яппаров И.А., Алиев Ш.А., Ежкова А.М., Ежков В.О., Газизов Р.Р. Изменение свойств и продуктивности чернозема выщелоченного и серой лесной почвы под влиянием мелиорантов // Почвоведение. - 2015. - № 10. - С. 1267-1276.

265. Ярусов С.С. Известкование подзолистых почв. Москва: Сельхозгиз, 1948. - 80 с.

266. Яхин И.Ф., Габитов Р.Х., Хисматуллин М.М., Трофимов Н.В. Влияние расчетных норм минеральных удобрений на урожайность орошаемой кормовой кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. - 2022. -Т. 1. № 4(4). -С. 45-50.

267. Allen et al., R.H. Allen, G. Hanuscak, M. Graig. Limited use of remotely sensed data for crop condition monitoring and crop yield forecasting in NASS-2002. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.nass.usda.gov/research/avhrr/remoteuse.pdf>

268. Ashraf M. Y., Rafique N., Ashraf M., Azhar N., Marchand M. Effect of supplemental potassium (K+) on growth, physiological and biochemical attributes of wheat grown under saline conditions. J. Plant Nutr., 2013. 36- p. 443-458.

269. Basco B., Cammarano D., Carfagna E. Review of Crop Yield Forecasting Methods and Early Warning Systems. -2014. p. 284

270. Becker-Reshef I., Vermote E., Lindeman M., Justice C.. A generalized regression-based model for forecasting winter wheat yields in Kansas and Ukraine using MODIS data, Remote Sens. Environ. 2010, vol. 114, no. 6, pp. 1312-1323.

271. Brown T.T., Koenig R.T., Harsh J.B., Huggins D.R., Rossi R.E. Lime effects on soil acidity, crop yield, and aluminum chemistry in directseeded cropping systems// Soil science society of America journal, vol. 72, No. 3, 2008, pp. 634-640, DOL: 10.2136/sssai2007.0061.

272. Bubela I., Malachivskyy P., Pokhodylo Y., Mykyychuk M., Vorobets O. Mathematical modeling of soil acidity by the admittance parameters/ Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2016. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-kislotnosti-pochvy-po-parametram-admitansa/viewer>

273. Budong Q., Reinder De J., Richard W., Chipanshi A., Hill H.. Statistical spring wheat yield forecasting for the Canadian prairie provinces. Agricultural and Forest Meteorology, Volume 149, Issues 6-7, 15 June 2009, Pages 1022-1031

274. Burman S. Proc. XI Inter. Congr. On Nitrogenfication. - 1998. - P. 609.

275. Hoefft R.. Peck T.R. Soil fertility // Illinois Agronomy Handbook.2000. P.84-1243.

276. Jacobson L. Role of calcium in absorption of monovalent cations / L. Jacobson, D. P. Moore, R. J. Haannapel // - Plant Physiol. - 1990. - V. 35. P. 352-358.

277. Jacobson L. Role of calcium in absorption of monovalent cations / L. Jacobson, D.P. Moore, R.J. Haannapel // Plant Physiol. - 1960. - V. 35. - P. 352-358.

278. Kumar M. B., Labanya R., Hem C. Joshi. Influence of Long-term Chemical fertilizers and Organic Manures on Soil Fertility/ Universal Journal of Agricultural Research-20119. 7(5)-p. 177-188

279. Kundler P. Ausnutzung, Fertlegung and Verluste von Düngemittelstickstoff // Albrecht-Thaer-Archiv. -2007- B 14. - No 3.

280. Mengel K. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. - Jena, 1985 -470p.

281. Mengel K. Ernährung und Stoffwechselder Pflanze / K. Mengel. - Jena. 1988- 470 p.

282. Parkinson D., Gray T., Williams S., Methods for studying the ecology of soil microorganisms. - Oxford, 2011.

283. Pfaff G. Das Verhalten des Stickstoffs im Boden nach landjährigen Lysimeterversuchen // Z. Acker- und Pflanzenbau. -2013. - B. 117. - No 1.

284. Schon M., Niederbudde E.A., Mahkom A. Ergebnisse eines 20-jährigen Versuchs mit Mineral und Stallmistdüngung im Lobgebiet bei Landsberg // Z. Acker- und Pflanzenbau. - 1986. № 143, S. 27-37.

285. Silva S., Addisuola Scoffi, Fontana P. Interazioni fra azoto assimilabile e i principali componenti minerali ed organici del Suolo // Agrochimica. -1990. - v. 34, №5 - 6. - p. 443 - 453.

286. Stevenson, F.J. Origin and distribution of nitrogen in soil. In W.V. Bartholomew and F.E. Clark. Eds. Soil Nitrogen // Monograph № 10. American Society of Agronomy. Madison, Wis. 1995. P. 1-42.

287. Vafina L.T., Safiollin F.N. Comparative evaluation of productivity of ryegrass and ryegrass-goatling grass stands affected by different mineral and organomineral nutrition // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Proc. Conf. AgroCON-2019. 2021. ID 012109.

288. Virtanen A.J. Atmosphärischer Stickstoff als Aufrechterhaltung des Gtdns auf der Erde // Angew. Chem.. 1983. Bd 65. Y. 1. S. 1-11.

289. Vlamis J. Acid soil infertility as related to soil solution and solid - phase effects / J. Vlamis // Soil Science. - 1993. - V. 75. - P.383-393.

290. Vomel A. Nährstoffeinwaschung in den Unterboden und Düngestickstoffumsatz, dargestellt in Kleinlysimoterversuchen // Z. Acker- und Pflanzenbau. - 1980. -B. 132. - No. 3.

291. Woldendorp J. et al. The fate of fertilizer nitrogen on permanent grassland soils // Greensward.- 2015. - No 7.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Согласовано:
Руководитель
хозяйства

**Сметно-финансовый расчет затрат
на известкование кислых почв**

Номер проекта 236-2018
Буинский район
ПСХК "Ембулатова"

Утверждаю:
начальник управления
сельского хозяйства и продовольствия

Номер		Площадь известков., га		Требуется внести извест.удобр. (CaCO ₃ +MgCO ₃)		Стоимость			Затраты на площадь известкования, руб					В том числе за счет бюджета						
По-ля	Кон-ту-ра	рН	Дей-ств. в ва, т/га	Изв. материала в физич. весе		доставки		вне-сения, руб/га	В том числе стоимость			Итого без НДС	Всего с НДС 18%	Пло-щадь, га	CaCO ₃ + MgCO ₃		на сумму, руб			
				т/га	тонн	автотранс. км	вод. трансп., руб/т		материала	автом. трансп.	водным трансп.				внесения	в д.в., тонн		в физ.весе, тонн		
942	1	1,00	5,5	3,50	4,14	4,14	4	44,20	0,00	515,18	1 063,98	182,99	0,00	515,18	1 762,15	-	0,70	2,45	2,90	1 233,50
		1,00			4,14			44,20	0,00	515,18	1 063,98	182,99	0,00	515,18	1 762,15	-	0,70	2,45	2,90	1 233,50

Составление ПСД		руб
Стоимость 1 га ПСД и авторского надзора за реализацией ПСД		135,59
НДС 18%		24,41
Итого на 1 га		160
Всего		160

Дополнительные данные		Качество материала, %			Стоимость материала, руб/т
Наименование разбрасывателя	Наименование известкового удобрения	влаж-ность	содержит		
			CaCO ₃ + MgCO ₃	частиц	
Автомобильный разбрасыватель	доломитовая мука Мокро - Савалеевского карьера	9,40	93,96	0,60	257,00

Расчет выполнен в ФГБУ ЦАС "Татарский" по программе "Известь".
Дата расчета 10.04.2018.

Директор
Начальник отдела ОПСХ



А.А. Лукманов
Р.Р. Гайров

Согласовано:
Руководитель
хозяйства

Сметно-финансовый расчет затрат на известкование кислых почв

Номер проекта 235-2018
Тетюшский район
ООО АФ "Нур"

Утверждаю:
начальник управления
сельского хозяйства и продовольствия

М.п. " " 2018 г.

М.п. " " 2018 г.

Номер По- ля	Кон- ту- ра	Пло- щадь извест- ков., га	рН	Требуется внести извест.удобр. (CaCO ₃ +MgCO ₃)			Стоимость		Затраты на площадь известкования, руб					В том числе за счет бюджета						
				Дей- ств. в ва, т/га	Изв. материала в физич. весе т/га	тонн	доставки		вне- сения, руб/га	В том числе стоимость				Итого без НДС	Всего с НДС 18%	Пло- щадь, га	CaCO ₃ + MgCO ₃		на сумму, руб	
							автотранс. км	вод. трансп., руб/т		материала	автом. трансп.	водным трансп.	внесения				в д.в., тонн	в физ.весе, тонн		
852	1	1,00	5,2	4,00	6,07	6,07	15	128,35	0,00	838,26	1 329,33	779,08	0,00	838,26	2 946,67	-	0,70	2,80	4,25	2 062,67
		1,00			6,07			128,35	0,00	838,26	1 329,33	779,08	0,00	838,26	2 946,67	-	0,70	2,80	4,25	2 062,67

Составление ПСД		руб
Стоимость 1 га ПСД и авторского надзора за реализацией ПСД		135,59
НДС 18%		24,41
Итого на 1 га		160
Всего		160

Дополнительные данные		Качество материала, %				Стои- мость мате- риала, руб/т
Наименование разбрасывателя	Наименование известкового удобрения	влаж- ность	содержит			
			CaCO ₃ + MgCO ₃	частиц		
Тракторный разбрасыватель	известняков.мука Васильевского карьера	12,10	83,70	10,50	219,00	

Расчет выполнен в ФГБУ ЦАС "Татарский"
по программе "Известь".
Дата расчета 10.04.2018

Директор
Начальник отдела ОПСХ



А.А. Лукманов
Р.Р. Гайров

Согласовано:
Руководитель
хозяйства

Сметно-финансовый расчет затрат на известкование кислых почв

Утверждаю:
начальник управления
сельского хозяйства и продовольствия

Номер проекта 234-2018

Мамадышский район

ООО АПК "Продовольственная программа "отд. "Дружба"

М.п. " " 2018 г.

М.п. " " 2018 г.

Номер	Площадь известков., га	рН	Требуется внести извест.удобр. (CaCO ₃ +MgCO ₃)			Стоимость		Затраты на площадь известкования, руб					В том числе за счет бюджета						
			Действ. в т/га	Изм. материала в физич. весе		доставки		вне-сения, руб/га	Итого без НДС	Всего с НДС 18%	Пло-щадь, га	СаСО ₃ + MgСО ₃		на сумму, руб					
				т/га	тонн	автотранс. км	руб/т					вод. трансп., руб/т	материала		доставки		в в. д.в., тонн	в физ.весе, тонн	
															автом. трансп.	водным трансп.			внесения
1429	1	5,1	4,25	7,82	7,82	94	442,00	0,00	867,78	1 884,62	3 456,44	0,00	867,78	6 208,84	-	0,70	2,97	5,47	4 346,19
	1,00			7,82	7,82		442,00	0,00	867,78	1 884,62	3 456,44	0,00	867,78	6 208,84	-	0,70	2,97	5,47	4 346,19

Составление ПСД	
	руб
Стоимость 1 га ПСД и авторского надзора за реализацией ПСД	135,9
НДС 18%	24,41
Итого на 1 га	160
Всего	160

Дополнительные данные					
Наименование разбрасывателя	Наименование известкового удобрения	Качество материала, %			Стоимость материала, руб/т
		влаж-ность	содержит		
			CaCO ₃ + MgCO ₃	частиц	
Автомобильный разбрасыватель	мергель Чишмабашского карьера	8,90	64,50	7,50	241,00

Расчет выполнен в ФГБУ ЦАС "Татарский" по программе "Известь". Дата расчета 10.04.2018

Директор
Начальник отдела ОПСХ



А.А. Лукманов
Р.Р. Гайров

Руководитель
хозяйства

**Сметно-финансовый расчет затрат
на фосфоритование почв**

Номер проекта 157-2018
Буинский район
ПСХК Ембулатово

Утверждаю:
начальник управления
сельского хозяйства и продовольствия

М.П. " " 2018 г.					М.П. " " 2018 г.											
Поля	Контура	Площадь фосфорито- вания, га	Фос. материала в физич. весе т/га тонн		Стоимость		Затраты на площадь фосфоритования, руб								ВСЕГО затраты, руб	
					доставки		В том числе стоимость					Итого без НДС	Итого с НДС 20%	Стоимость ПСД и авторского надзора		
					автотранс. км	внесения, руб/га	материала	доставка		внесения	Итого с НДС 20%			Итого без НДС		Итого с НДС 20%
								водным трансп.	автом. трансп.							
94/2	1	1	1	1	29	220,15	268,94	5020	220,15		268,94	5509,09		135,59	160,00	5669,09
		1		1		220,15	268,94	5020	220,15		268,94	5509,09		135,59	160,00	5669,09

Составление ПСД	
	руб
Стоимость 1 га ПСД	135,59
НДС 20%	24,41
Итого на 1 га	160,00
Всего	160,00

Дополнительные данные					
Наименование разбрасывателя	Наименование фосфорного удобрения	Качество материала, %			Стоимость материала, руб/т
		влажность	содержит		
			P2O5	частица	
Автомобильный разбрасыватель	Фос. Мука	1,05	23,3	5	5020

Расчет выполнен в ФГБУ ЦАС "Татарский"
Дата расчета 10.04.2018

Директор
Начальник отдела ОПСХ



А.А. Лукманов
Р.Р. Гайров

Руководитель
хозяйства

**Сметно-финансовый расчет затрат
на фосфоритование почв**

Номер проекта · 156-2018
Теплошский район
ООО АФ "Нур"

Утверждаю:
начальник управления
сельского хозяйства и продовольствия

		М.П. " " 2018 г.		Затраты на площадь фосфоритования, руб										М.П. " " 2018 г.		
Поля	Контура	Площадь фосфорито- вания, га	Фос. материала в физич. весе		Стоимость		В том числе стоимость					Итого без НДС	Итого с НДС 20%	Стоимость ПСД и авторского надзора		ВСЕГО затраты, руб
			т/га	тонн	доставки		внесения, руб/га	материала	доставка		внесения			Итого без НДС	Итого с НДС 20%	
			км	руб/т	автотранс.	автом. трансп.			водным трансп.	Итого без НДС		Итого с НДС 20%				
85/2	1	1	1	1	49	289,85	268,94	5020	289,85		268,94	5578,79		135,59	160,00	5738,79
		1		1		289,85	268,94	5020	289,85		268,94	5578,79		135,59	160,00	5738,79

Составление ПСД	
	руб
Стоимость 1 га ПСД	135,59
НДС 20%	24,41
Итого на 1 га	160,00
Всего	160,00

		Дополнительные данные			
Наименование разбрасывателя	Наименование фосфорного удобрения	Качество материала, %			Стоимость материала, руб/т
		влажность	содержит		
			P2O5	частица	
Автомобильный разбрасыватель	Фос. Мука	1,05	23,3	5	5020

Расчет выполнен в ФГБУ ЦАС "Татарский"
Дата расчета 10.04.2018

Директор
Начальник отдела ОПСХ



А.А. Лукманов
Р.Р. Гайров

Руководитель
хозяйства

**Сметно-финансовый расчет затрат
на фосфоритование почв**

Номер проекта 155-2018

Мамадышский район

АПК Продовольственной программы отд. Дружба

Утверждаю:

начальник управления
сельского хозяйства и продовольствия

М.П. " " 2018 г.

М.П. " " 2018 г.

Поля	Контур	Площадь фосфорито- вания, га	Фос. материала в физич. весе т/га тонн		Стоимость		Затраты на площадь фосфоритования, руб							Стоимость ПСД и авторского надзора		ВСЕГО затраты, руб		
					доставки		внесения, руб/га	материала	В том числе стоимость			Итого без НДС	Итого с НДС 20%				Итого без НДС	Итого с НДС 20%
					автотранс.	внесения,			доставка	внесения								
					км	руб/т	руб/га	автом. трансп.			водным трансп.							
142/9	1	1	1	1	112	503,20	268,94	5020		268,94		5792,14			135,59	160,00	5952,14	
		1		1		503,20	268,94	5020		268,94		5792,14			135,59	160,00	5952,14	

Составление ПСД	
	руб
Стоимость 1 га ПСД	135,59
НДС 20%	24,41
Итого на 1 га	160,00
Всего	160,00

Дополнительные данные					
Наименование разбрасывателя	Наименование фосфорного удобрения	Качество материала, %			Стоимость материала, руб/т
		влажность	содержит		
			P2O5	частица	
Автомобильный разбрасыватель	Фос. Мука	1,05	23,3	5	5020

Расчет выполнен в ФГБУ ЦАС "Татарский"
Дата расчета 10.04.2018

Директор
Начальник отдела ОПСХ

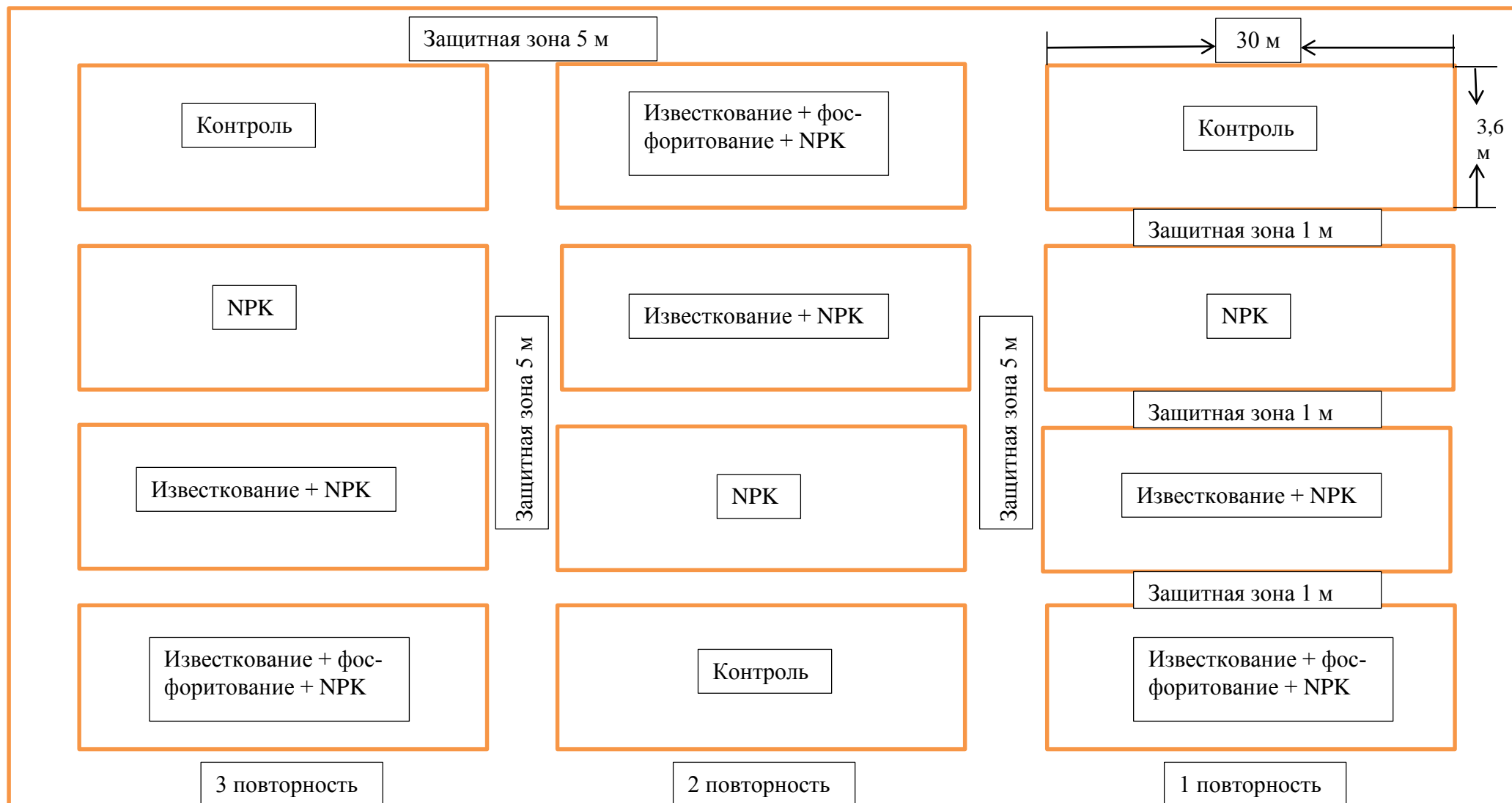


А.А. Лукманов
Р.Р. Гайров

Средневзвешенные нормы минеральных удобрений на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц
в зависимости от почвенного покрова лесостепи Среднего Поволжья

Показатели	Выщелоченный чернозем			Темно-серая лесная почва			Серая лесная почва		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вынос NPK: кг/т кг/га	29,0	11,3	28,5	29,0	11,3	28,5	29,0	11,3	28,5
	145	56,5	142,5	145	56,5	142,5	145	56,5	142,5
Содержание NPK в почве, мг/га кг/га	48,8	157	168	41,8	148,0	160	36	142	151
	172,8	541,7	580,0	140,5	461,8	499,2	107,4	422,6	440,4
Коэффициент использования NPK из почвы, %	70	8	20	70	8	20	70	18	20
Поступление NPK из почвы, кг/га	121,0	43,3	116,0	98,4	36,9	99,8	75	33,8	89,9
Необходимо внести, кг/га	24	13,2	26,5	46,6	19,6	42,7	70	22,7	52,6
Коэффициент использования NPK из удобрений, %	70	30	70	70	30	72	75	30	75
Требуется внести NPK, кг/га д.в.	34,0	44,0	37,8	66,6	34,3	59,3	93,3	75,7	70,1
	34,0	44,0	38,0	67	65	59	93	76	70
Итого NPK, кг/га д.в.	116			191			239		

Схема размещения вариантов опыта



Влияние агрохимикатов и почвенного покрова на биологическую урожайность культур звена полевого севооборота, т/га (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
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	4,64	3,79	1,96	28,4
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	5,30	4,64	2,38	35,6
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	7,28	5,88	3,60	46,6
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	7,83	6,53	3,86	56,2
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	3,73	3,28	1,73	24,5
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	4,35	3,81	2,23	30,4
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	6,20	5,26	2,30	40,1
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	6,66	5,87	3,08	47,5
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	3,48	2,60	1,47	21,2
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	4,21	3,55	2,23	27,0
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	5,87	4,98	3,18	34,4
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	6,18	5,64	3,26	41,8

Влияние известкования, фосфоритования и внесения расчетных норм минеральных удобрений на биоактивность зональных почв Республики Татарстан
(2022 г.)

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные нормы НРК на 5 т/га зерновых единиц)	Разложение льняной ткани, %	Прибавка от, %	
			НРК	почвенного покрова
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	26	-	4
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	29	3	4
	Известкование 3,5 т/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	34	8	6
	Известкование 3,5 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	37	11	7
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	23	-	1
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	27	4	2
	Известкование 4 т/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	30	7	2
	Известкование 4 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	33	10	3
Серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	22	-	-
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	25	3	-
	Известкование 4,25 т/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	28	6	-
	Известкование 4,25 т/га д.в. + фосфоритование 233 кг/га д.в. + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	30	8	-

**Краткие итоги производственно-финансовой деятельности
ПСХК «Ембулатово» Буинского района Республики Татарстан
в последние 5 лет**

Показатели	Ед. изм.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Площадь с/х угодий	га	1095	1095	1095	2290	2290
в т.ч. пашня	га	945	945	945	2140	2140
Среднегодовая численность работников, всего	человек	31	26	45	46	43
Бункерная урожайность:						
Зерновых	ц/га	35,3	38,7	46,4	17,1	51,4
сах. Свеклы	ц/га	480	610	475	422,1	660,1
Кормовых	ц к.ед.	60,2	63,0	67,0	49,8	62,9
Заготовка грубых и сочных кормов	ц к.ед./ усл.гол.	44,5	48,2	51,9	39,8	47,2
Удой молока на 1 корову	кг	9634	11376	7416	8630	9580
Выращено мяса на 1 голову						
КРС (без коров)	кг	249	174	300	308	307
Поголовье на конец года						
КРС всего	голов	498	343	721	850	966
в т.ч. коров	голов	103	150	300	300	300
Произведено:						
Зерна	тонн	1460	1835	2522	2133	5055,4
сахарной свеклы	тонн	13720	14396	8408	15195	16471
Молока	тонн	992,3	1351	2042	2589	2873,8
мяса (выращено)	тонн	89,2	63,8	82,0	120,7	162,7
Реализовано:						
Зерна	тонн	1519,4	920,1	2403,9	1767,8	731,0
сахарной свеклы	тонн	13720	14396	8404	15195	16471
Молока	тонн	927,3	1291	1970	2461,2	2706,1
Мяса	тонн	80,3	148,6	60,9	99,6	135,3
Денежная выручка от реализации продукции, всего	тыс. руб.	56878	79088	97483	125926	161100
в т.ч. на 1 работника	тыс. руб.	1834,8	3041,8	2166,3	2737,5	3746,5
на 1 га пашни	тыс. руб.	60,2	83,7	103,2	58,8	75,3
Валовой доход - всего	тыс. руб.	28732	29857	48839	69579	75281
в т.ч. на 1 работника	тыс. руб.	926,8	1148,3	1085,3	1512,6	1750,7
Валовая продукция в соп.ценах 1994 г.	тыс. руб.	1399	1510	1533	2223	2896
Валовая продукция в текущих ценах, всего	тыс. руб.	60257	81600	111513	155734	219048
Затраты на производство, всего	тыс. руб.	51854	71741	93009	139738	157495
Затраты на 1 рубль ВП в текущих ценах	руб.	0,86	0,88	0,83	0,90	0,72
Прибыль (+), убыток (-) до налогообложения, всего	тыс. руб.	18095	18392	30456	48840	55609
Рентабельность	%	40,0	27,5	41,3	49,7	48,2
Рентабельность от продаж	%	25,8	18,5	32,2	28,1	38,1
Прибыль (+), убыток (-) от продаж, всего	тыс. руб.	11666	12323	23770	27641	43925
Фонд оплаты труда	тыс. руб.	8052	8679	14207	16460	15749
Среднемесячная зарплата на 1 работника	руб.	21645	27817	26309	29819	61013
Уд. вес зарплаты к ден. выручке	%	14	11	15	13	10
Получено бюджетных средств, всего	руб.	6711	7910	6928	22135	12381
То же к денежной выручке	%	12	10	7	18	8
Кредиторская задолженность на конец года, всего	тыс. руб.	3210	12327	13276	8815	6335
Дебиторская задолженность на конец года	тыс. руб.	12382	1785	1646	12695	4215
Амортизация основных средств	тыс. руб.	546	820	3200	3228	3732
Объем инвестиций в основной капитал (капиталовложения), всего	тыс. руб.	6034	43273	45319	46852	33683

**Результаты производственно-финансовой деятельности ООО АФ «Нур»
Тетюшского района за последние 4 года**

Показатели	Ед. изм.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Площадь с/х угодий	га	6580	6580	6680	6680
в т.ч. пашня	га	4999	4999	4999	4999
Среднегодовая численность работников, всего	человек	45	42	38	35
Урожайность:					
Зерновых	ц/га	40,1	50	29,1	49
сах. Свеклы	ц/га	0	0	0	0
Кормовых	ц к.ед.	24,6	31,9	21,7	25
Заготовка грубых и сочных кормов	ц к.ед./ усл.гол.	40,6	42,6	28	38,2
Удой молока на 1 корову	кг	6248	6414	6647	6946
Выращено мяса на 1 голову					
КРС (без коров)	кг	248	0	255	238
Поголовье на конец года					
КРС всего	голов	1230	1230	1230	1230
в т.ч. коров	голов	370	400	400	400
Произведено:					
Зерна	тонн	10173	12940	7248	12454
Картофель	тонн	2070			
Молока	тонн	2316	2446	2659	2778
мяса (выращено)	тонн	182	171	184	174
Реализовано:					
Зерна	тонн	3230	4220	4493	3174
Молока	тонн	1808	2349	2548	2587
Мяса	тонн	149	138	127	155
Денежная выручка от реализации продукции, всего	тыс. руб.	137691	167510	189389	210277
в т.ч. на 1 работника	тыс. руб.	3059,8	3988,3	4983,9	6007,9
на 1 га пашни	тыс. руб.	28	34	37,9	42,1
Валовой доход - всего	тыс. руб.	44987	63100	62675	75942
в т.ч. на 1 работника	тыс. руб.	999,7	1502,4	1649,3	2169,8
Валовая продукция в соп.ценах 1994 г.	тыс. руб.	2819	2874	2240	3091
Валовая продукция в текущих ценах, всего	тыс. руб.	246271	306196	256374	427112
Затраты на производство, всего	тыс. руб.	150397	174794	209728	256993
Затраты на 1 рубль ВП в текущих ценах	коп.	0,61	60,82	0,82	0,60
Прибыль (+), убыток (-) до налогообложения, всего	тыс. руб.	27506	45518	43162	55397
Рентабельность	%	26,3	35,6	30,4	34,7
Фонд оплаты труда	тыс. руб.	13507	13597	15960	17050
Среднемесячная зарплата на 1 работника	руб.	25013	26978	35000	40595
Уд. вес зарплат к ден. выручке	%	9,8	8,1	8,4	8,1
Получено бюджетных средств, всего	руб.	9241	14338	37884	22096
То же к денежной выручке	%	6,7	8,6	20,0	10,5

Производственно-финансовые показатели ООО АПК «Продовольственная программа» Мамадышского района Республики Татарстан (2018-2022 гг.)

Показатели	Ед. изм.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Площадь с/х угодий	га	44302	44302	46226	46226	46826
в т.ч. пашня	га	44302	44302	44302	44302	44902
Среднегодовая численность работников, всего	человек	639	644	658	723	732
Урожайность:						
Зерновых	ц/га	32,9	40,1	41	21,9	45,2
Удой молока на 1 корову	кг	10688	10192	10890	11013	10889
Выращено мяса на 1 голову						
КРС (без коров)	кг	352	430	417	325	390
Поголовье на конец года						
КРС всего	голов	19051	24258	26799	28113	8962
в т.ч. коров	голов	5159	4900	5349	5800	6600
Произведено:						
Зерна	тонн	68724,1	97118,8	103627,8	58791	90893
Молока	тонн	48790,7	49943	55374,1	59899	66740
мяса (выращено)	тонн	3766,4	5300,4	7368,9	7777	4382
Реализовано:						
Зерна	тонн	34376,7	28854,7	52011,4	30105	67942
Молока	тонн	46665,3	46807,1	52706,7	57255	65693
Мяса	тонн	4410,8	4976	6963,4	9024	7446
Денежная выручка от реализации продукции, всего	тыс. руб.	1877043	2314706	3245652	3750717	5194043
в т.ч. на 1 работника	тыс. руб.	2937	3594	4933	5188	7096
на 1 га пашни	тыс. руб.	42,4	52,2	73,3	84,7	115,7
Валовой доход - всего	тыс. руб.	430098	645997	1074958	986300	1214893
в т.ч. на 1 работника	тыс. руб.	673	1003	1634	1364	1660
Валовая продукция в соп.ценах 1994 г.	тыс. руб.	33073	39219	43811	38385	41322
Валовая продукция в текущих ценах, всего	тыс. руб.	2188212	2909393	3701328	3931374	4524891
Затраты на производство, всего	тыс. руб.	2180558	2521716	2930066	3229280	4443856
Затраты на 1 рубль ВП в текущих ценах	руб.	997	867	792	821	982
Прибыль (+), убыток (-) до налогообложения, всего	тыс. руб.	215991	409321	762239	455348	548639
Рентабельность	%	12,2	20,2	20,3	14,1	12,3
Рентабельность от продаж	%	6	14,4	25,1	20,3	20
Прибыль (+), убыток (-) от продаж, всего	тыс. руб.	105186	292264	651189	3668929	5023284
Фонд оплаты труда	тыс. руб.	163202	180819	238312	405828	510022
Среднемесячная зарплата на 1 работника	руб.	21284	23398	30181	46201	69675
Уд. вес зарплат к ден. выручке	%	8,7	7,8	7,3	10,8	9,8
Получено бюджетных средств, всего	руб.	216369	174867	231351	290466	327107
То же к денежной выручке	%	12	8	7	8	6
Кредиторская задолженность на конец года, всего	тыс. руб.	4080814	3668426	4435859	980161	812335
Дебиторская задолженность на конец года	тыс. руб.	523998	402069	740761	302538	1301164
Амортизация основных средств	тыс. руб.	372171	367682	507754	522553	525650
Объем инвестиций в основной капитал (капиталовложения), всего	тыс. руб.	1042560	603285	823210	1538530	1757360

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по компьютерной программе 2-WAY-ANOVA-ONE

Исходные данные: плотность продуктивного стеблестоя озимой ржи, шт/м²

Фактор А	Фактор В	I	II	III
		402	403,38	402,76
		418	411,08	416,27
		436	435,50	433,70
		458	456,22	450,55
		392	396,47	391,98
		418	416,75	420,89
		413	412,03	409,31
		420	417,87	426,18
		381	384,39	379,38
		404	403,08	406,78
		420	423,93	425,92
		431	430,21	433,63

Результаты анализа в однофакторной интерпретации:

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср. кв. откл	Ошибка	Точность, %
1	3	402,7133	0,4777	0,6912	0,3991	0,10
2	3	415,1167	12,9692	3,6013	2,0792	0,50
3	3	435,0667	1,4633	1,2097	0,6984	0,16
4	3	454,9233	15,1366	3,8906	2,2462	0,49
5	3	393,4833	6,6902	2,5865	1,4933	0,38
6	3	418,5467	4,5090	2,1234	1,2259	0,29
7	3	411,4467	3,6592	1,9129	1,1044	0,27
8	3	421,3500	18,6309	4,3164	2,4921	0,59
9	3	381,5900	6,5361	2,5566	1,4761	0,39
10	3	404,6200	3,7108	1,9263	1,1121	0,27
11	3	423,2833	9,0752	3,0125	1,7393	0,41
12	3	431,6133	3,2062	1,7906	1,0338	0,24
По опыту	36	416,1461	367,3900	19,1674	3,1946	0,77

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общее	12858,6495	35	-	-	-	100
Повторений	1,7991	2	-	-	-	0,01
Варианты	12686,5201	11	1153,3200	148,964	2,259	98,66
Ошибки	170,3303	22	7,7423	-	-	1,32

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Оценка существенности частных различий:

Ошибка среднего = 1,6065 шт/м²

Точность опыта = 0,3860 %

Ошибка разности = 2,2719 шт/м²

Критерий Стьюдента = 2,074

НСР₀₅ = 4,71 шт/м²

НСР₀₅ = 1,13 %

Результаты анализа в двухфакторной интерпретации:

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общая	12858.6495	35	-	-	-	100
Повторности	1.7991	2	-	-	-	0,01
Фактор А	2108.1669	2	1054.0835	136.1460	3.443	16,39
Фактор В	9085.0648	3	3028.3549	391.1441	3.049	70,65
Взаимодействие АВ	1493.2884	6	248.8814	32.1457	2.549	11,61
Остаток	170.3303	22	7.7423	-	-	1,32

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия АВ:

для фактора А:

Ошибка разности = 4,5438 шт/м²

НСР_{05А} = 4,71 шт/м²

НСР_{05А} = 1,13 %

для фактора В и взаимодействия АВ:

Ошибка разности = 3,9350 шт/м²

НСР_{05АВ} = 8,16 шт/м²

НСР_{05АВ} = 1,96 %

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по компьютерной программе 2-WAY-ANOVA-ONE

Исходные данные: плотность продуктивного стеблестоя яровой пшеницы, шт/м²

Фактор А	Фактор В	I	II	III
		408	408,65	406,86
		415	413,23	412,60
		428	425,22	430,75
		436	435,30	431,86
		389	391,77	391,82
		401	394,86	398,41
		426	426,47	421,57
		430	423,08	426,08
		380	380,37	375,36
		409	409,04	409,78
		428	425,71	428,84
		439	433,23	444,69

Результаты анализа в однофакторной интерпретации:

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср. кв. откл	Ошибка	Точность, %
1	3	407,8367	0,8210	0,9061	0,5231	0,13
2	3	413,6100	1,5483	1,2443	0,7184	0,17
3	3	427,9900	7,6453	2,7650	1,5964	0,37
4	3	434,3867	4,9105	2,2160	1,2794	0,29
5	3	390,8633	2,6046	1,6139	0,9318	0,24
6	3	398,0900	9,5017	3,0825	1,7797	0,45
7	3	424,6800	7,3093	2,7036	1,5609	0,37
8	3	426,3867	12,0421	3,4702	2,0035	0,47
9	3	378,5767	7,7944	2,7918	1,6118	0,43
10	3	409,2733	0,1929	0,4392	0,2536	0,06
11	3	427,5167	2,6244	1,6200	0,9353	0,22
12	3	438,9733	32,8334	5,7300	3,3082	0,75
По опыту	36	414,8486	329,1571	18,1427	3,0238	0,73

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общее	11520,4972	35	-	-	-	100
Повторений	20,3190	2	-	-	-	0,18
Варианты	11340,8409	11	1030,9855	142,350	2,259	98,44
Ошибки	159,3373	22	7,2426	-	-	1,38

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Оценка существенности частных различий:

Ошибка среднего = 1,5538 шт/м²

Точность опыта = 0,3745 %

Ошибка разности = 2,1974 шт/м²

Критерий Стьюдента = 2,074

НСР₀₅ = 4,56 шт/м²

НСР₀₅ = 1,10 %

Результаты анализа в двухфакторной интерпретации:

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общая	11520.4972	35	-	-	-	100
Повторности	20.3190	2	-	-	-	0,18
Фактор А	748.2653	2	374.1327	51.6572	3.443	6,50
Фактор В	9398.2045	3	3132.7348	432.5428	3.049	81,58
Взаимодействие АВ	1194.3711	6	199.0619	27.4849	2.549	10,37
Остаток	159.3373	22	7.2426	-	-	1,38

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия АВ:

для фактора А:

Ошибка разности = 4,3947 шт/м²

НСР_{05А} = 4,56 шт/м²

НСР_{05А} = 1,10 %

для фактора В и взаимодействия АВ:

Ошибка разности = 3,8059 шт/м²

НСР_{05АВ} = 7,89 шт/м²

НСР_{05АВ} = 1,90 %

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по компьютерной программе 2-WAY-ANOVA-ONE

Исходные данные: плотность продуктивного стеблестоя ярового ячменя, шт/м²

Фактор А	Фактор В	I	II	III
		368	372,34	374,97
		380	379,31	383,45
		401	401,67	403,37
		410	410,43	405,74
		332	334,23	331,89
		340	345,38	342,66
		348	345,04	350,53
		350	353,16	349,87
		326	328,98	324,73
		339	337,12	335,04
		350	352,63	351,90
		358	361,43	360,17

Результаты анализа в однофакторной интерпретации:

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср. кв. откл	Ошибка	Точность, %
1	3	371,7700	12,3889	3,5198	2,0322	0,55
2	3	380,9200	4,9197	2,2180	1,2806	0,34
3	3	402,0133	1,4926	1,2217	0,7053	0,18
4	3	408,7233	6,7214	2,5926	1,4968	0,37
5	3	332,7067	1,7434	1,3204	0,7623	0,23
6	3	342,6800	7,2364	2,6901	1,5531	0,45
7	3	347,8567	7,5504	2,7478	1,5864	0,46
8	3	351,0100	3,4711	1,8631	1,0757	0,31
9	3	326,5700	4,7593	2,1816	1,2595	0,39
10	3	337,0533	3,9237	1,9808	1,1436	0,34
11	3	351,5100	1,8433	1,3577	0,7839	0,22
12	3	359,8667	3,0102	1,7350	1,0017	0,28
По опыту	36	359,3900	663,3919	25,7564	4,2927	1,19

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общее	23218,7178	35	-	-	-	100
Повторений	16,5395	2	-	-	-	0,07
Варианты	23100,5966	11	2100,0542	454,813	2,259	99,49
Ошибки	101,5817	22	4,6174	-	-	0,44

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Оценка существенности частных различий:

Ошибка среднего = 1,2406 шт/м²

Точность опыта = 0,3452 %

Ошибка разности = 1,7545 шт/м²

Критерий Стьюдента = 2,074

НСР₀₅ = 3,64 шт/м²

НСР₀₅ = 1,01 %

Результаты анализа в двухфакторной интерпретации:

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общая	23218.7178	35	-	-	-	100
Повторности	16.5395	2	-	-	-	0,07
Фактор А	17822.9291	2	8911.4646	1929.9746	3.443	76,76
Фактор В	4782.5912	3	1594.1971	345.2586	3.049	20,60
Взаимодействие АВ	495.0763	6	82.5127	17.8699	2.549	2,13
Остаток	101.5817	22	4.6174	-	-	0,44

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия АВ:

для фактора А:

Ошибка разности = 3,5090 шт/м²

НСР_{05А} = 3,64 шт/м²

НСР_{05А} = 1,01 %

для фактора В и взаимодействия АВ:

Ошибка разности = 3,0389 шт/м²

НСР_{05АВ} = 6,30 шт/м²

НСР_{05АВ} = 1,75 %

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по компьютерной программе 2-WAY-ANOVA-ONE

Исходные данные: плотность стеблестоя кукурузы шт/м²

Фактор А	Фактор В	I	II	III
		5,8	6,03	6,11
		6,6	6,39	7,00
		7,2	6,92	6,87
		7,8	7,52	7,44
		5,4	5,41	5,47
		6,1	6,27	6,26
		6,7	6,63	6,93
		7,2	6,97	6,84
		5,1	5,07	5,06
		5,7	6,02	5,89
		6,3	6,78	6,40
		6,8	6,80	7,04

Результаты анализа в однофакторной интерпретации:

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср. кв. откл	Ошибка	Точность, %
1	3	5,9800	0,0259	0,1609	0,0929	1,55
2	3	6,6633	0,0960	0,3098	0,1789	2,68
3	3	6,9967	0,0316	0,1778	0,1027	1,47
4	3	7,5867	0,0357	0,1889	0,1091	1,44
5	3	5,4267	0,0014	0,0374	0,0216	0,40
6	3	6,2100	0,0091	0,0954	0,0551	0,89
7	3	6,7533	0,0246	0,1568	0,0905	1,34
8	3	7,0033	0,0332	0,1822	0,1052	1,50
9	3	5,0767	0,0004	0,0200	0,0115	0,23
10	3	5,8700	0,0259	0,1609	0,0929	1,58
11	3	6,4933	0,0641	0,2532	0,1462	2,25
12	3	6,8800	0,0192	0,1386	0,0800	1,16
По опыту	36	6,4117	0,5140	0,7169	0,1195	1,86

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общее	17,9903	35	-	-	-	100
Повторений	0,0176	2	-	-	-	0,10
Варианты	17,2556	11	1,5687	48,120	2,259	95,92
Ошибки	0,7171	22	0,0326	-	-	3,99

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Оценка существенности частных различий:

Ошибка среднего = 0,1042 шт/м²

Точность опыта = 1,6252 %

Ошибка разности = 0,1474 шт/м²

Критерий Стьюдента = 2,074

НСР₀₅ = 0,31 шт/м²

НСР₀₅ = 4,83 %

Результаты анализа в двухфакторной интерпретации:

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общая	17.9903	35	-	-	-	100
Повторности	0.0176	2	-	-	-	0,10
Фактор А	3.2405	2	1.6203	49.7025	3.443	18,01
Фактор В	13.8254	3	4.6085	141.3650	3.049	76,85
Взаимодействие АВ	0.1897	6	0.0316	0.9693	2.549	1,05
Остаток	0.7171	22	0.0326	-	-	3,99

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия АВ:

для фактора А:

Ошибка разности = 0,2948 шт/м²

НСР_{05А} = 0,31 шт/м²

НСР_{05А} = 4,83 %

для фактора В и взаимодействия АВ:

Ошибка разности = 0,2553 шт/м²

НСР_{05АВ} = 0,53 шт/м²

НСР_{05АВ} = 8,27 %

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по Д.А. Доспехову

Исходные данные: валовой сбор зерновых единиц, т/га (2019-2022 гг.)

Фактор А	Фактор В	I	II	III
		3,78	3,85	3,99
		4,33	4,16	4,27
		4,90	5,09	5,01
		5,25	5,02	5,35
		3,45	3,37	3,39
		4,02	4,14	3,79
		4,84	4,92	4,84
		5,00	4,85	4,76
		2,82	2,95	2,96
		3,69	3,79	3,69
		4,39	4,19	4,57
		4,79	4,86	4,83

Результаты анализа в однофакторной интерпретации:

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср. кв. откл	Ошибка	Точность, %
1	3	3,8733	0,0114	0,1068	0,0617	1,59
2	3	4,2533	0,0074	0,0860	0,0497	1,17
3	3	5,0000	0,0091	0,0954	0,0551	1,10
4	3	5,2067	0,0286	0,1691	0,0976	1,87
5	3	3,4033	0,0017	0,0412	0,0238	0,70
6	3	3,9833	0,0316	0,1778	0,1027	2,58
7	3	4,8667	0,0021	0,0458	0,0264	0,54
8	3	4,8700	0,0147	0,1212	0,0700	1,44
9	3	2,9100	0,0061	0,0781	0,0451	1,55
10	3	3,7233	0,0033	0,0574	0,0331	0,89
11	3	4,3833	0,0361	0,1900	0,1097	2,50
12	3	4,8267	0,0012	0,0346	0,0200	0,41
По опыту	36	4,2750	0,4878	0,6984	0,1164	2,72

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общее	17,0713	35	-	-	-	100
Повторений	0,0030	2	-	-	-	0,02
Варианты	16,7641	11	1,5240	110,435	2,259	98,20
Ошибки	0,3042	22	0,0138	-	-	1,78

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Оценка существенности частных различий:

Ошибка среднего = 0,0678 т/га

Точность опыта = 1,5860 %

Ошибка разности = 0,0959 т/га

Критерий Стьюдента = 2,074

$НСР_{05} = 0,20$ т/га

$НСР_{05} = 4,68$ %

Результаты анализа в двухфакторной интерпретации:

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общая	17.0713	35	-	-	-	100
Повторности	0.0030	2	-	-	-	0,02
Фактор А	2.3257	2	1.1629	84.2681	3.443	13,62
Фактор В	14.0591	3	4.6864	339.5942	3.049	82,36
Взаимодействие АВ	0.3793	6	0.0632	4.5797	2.549	2,22
Остаток	0.3042	22	0.0138	-	-	1,78

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия АВ:

для фактора А:

Ошибка разности = 0,1918 т/га

$НСР_{05А} = 0,20$ т/га

$НСР_{05А} = 4,68$ %

для фактора В и взаимодействия АВ:

Ошибка разности = 0,1661 т/га

$НСР_{05АВ} = 0,34$ т/га

$НСР_{05АВ} = 7,95$ %

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по компьютерной программе - 2-WAY-ANOVA-ONE

Исходные данные: воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков озимой ржи (т/га)

Фактор А	Фактор В	I	II	III
		4,38	4,60	4,25
		5,04	5,05	5,15
		6,97	7,10	7,28
		7,48	7,30	7,63
		3,65	3,62	3,55
		4,61	4,46	4,48
		5,83	5,78	6,02
		6,64	6,67	6,81
		3,22	3,17	3,16
		4,36	4,34	4,31
		5,28	5,11	5,16
		6,12	6,16	6,15

Результаты анализа в однофакторной интерпретации:

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср. кв. откл	Ошибка	Точность, %
1	3	4,4100	0,0313	0,1769	0,1021	2,32
2	3	5,0800	0,0037	0,0608	0,0351	0,69
3	3	7,1167	0,0242	0,1556	0,0898	1,26
4	3	7,4700	0,0273	0,1652	0,0954	1,28
5	3	3,6067	0,0026	0,0510	0,0294	0,82
6	3	4,5167	0,0066	0,0812	0,0469	1,04
7	3	5,8767	0,0160	0,1265	0,0730	1,24
8	3	6,7067	0,0082	0,0906	0,0523	0,78
9	3	3,1833	0,0010	0,0316	0,0182	0,57
10	3	4,3367	0,0006	0,0245	0,0141	0,33
11	3	5,1833	0,0076	0,0872	0,0503	0,97
12	3	6,1433	0,0004	0,0200	0,0115	0,19
По опыту	36	5,3025	1,7881	1,3372	0,2229	4,20

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общее	62,5845	35	-	-	-	100
Повторений	0,0148	2	-	-	-	0,02
Варианты	62,3249	11	5,6659	510,441	2,259	99,59
Ошибки	0,2448	22	0,0111	-	-	0,39

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Оценка существенности частных различий:

Ошибка среднего = 0,0608 Т/га

Точность опыта = 1,1466 %

Ошибка разности = 0,0860 Т/га

Критерий Стьюдента = 2,074

$НСР_{05} = 0,18$ Т/га

$НСР_{05} = 3,39$ %

Результаты анализа в двухфакторной интерпретации:

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общая	62.5845	35	-	-	-	100
Повторности	0.0148	2	-	-	-	0,02
Фактор А	10.5424	2	5.2712	474.8829	3.443	16,85
Фактор В	50.6772	3	16.8924	1521.8378	3.049	80,97
Взаимодействие АВ	1.1053	6	0.1842	16.5946	2.549	1,77
Остаток	0.2448	22	0.0111	-	-	0,39

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия АВ:

для фактора А:

Ошибка разности = 0,1720 Т/га

$НСР_{05А} = 0,18$ Т/га

$НСР_{05А} = 3,39$ %

для фактора В и взаимодействия АВ:

Ошибка разности = 0,1490 Т/га

$НСР_{05АВ} = 0,31$ Т/га

$НСР_{05АВ} = 5,85$ %

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по компьютерной программе - 2-WAY-ANOVA-ONE

Исходные данные: воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков яровой пшеницы (т/га)

Фактор А	Фактор В	I	II	III
		3,46	3,46	3,60
		4,44	4,62	4,62
		5,53	5,69	5,40
		6,38	6,24	6,41
		3,04	3,00	3,08
		3,62	3,62	3,58
		5,21	5,15	5,07
		5,46	5,56	5,60
		2,68	2,78	2,69
		3,37	3,40	3,38
		4,97	4,85	5,13
		5,28	5,06	5,43

Результаты анализа в однофакторной интерпретации:

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср. кв. откл	Ошибка	Точность, %
1	3	3,5067	0,0065	0,0806	0,0465	1,33
2	3	4,5600	0,0108	0,1039	0,0600	1,32
3	3	5,5400	0,0211	0,1453	0,0839	1,51
4	3	6,3433	0,0082	0,0906	0,0523	0,82
5	3	3,0400	0,0016	0,0400	0,0231	0,76
6	3	3,6067	0,0005	0,0224	0,0129	0,36
7	3	5,1433	0,0049	0,0700	0,0404	0,79
8	3	5,5400	0,0052	0,0721	0,0416	0,75
9	3	2,7167	0,0030	0,0548	0,0316	1,16
10	3	3,3833	0,0002	0,0141	0,0081	0,24
11	3	4,9833	0,0197	0,1404	0,0811	1,63
12	3	5,2567	0,0346	0,1860	0,1074	2,04
По опыту	36	4,4683	1,3023	1,1412	0,1902	4,26

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общее	45,5819	35	-	-	-	100
Повторений	0,0171	2	-	-	-	0,04
Варианты	45,3488	11	4,1226	420,674	2,259	99,49
Ошибки	0,2160	22	0,0098	-	-	0,47

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Оценка существенности частных различий:

Ошибка среднего = 0,0572 т/га

Точность опыта = 1,2801 %

Ошибка разности = 0,0808 т/га

Критерий Стьюдента = 2,074

$НСР_{05} = 0,17$ т/га

$НСР_{05} = 3,80$ %

Результаты анализа в двухфакторной интерпретации:

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общая	45.5819	35	-	-	-	100
Повторности	0.0171	2	-	-	-	0,04
Фактор А	5.2192	2	2.6096	266.2857	3.443	11,45
Фактор В	39.6598	3	13.2199	1348.9694	3.049	87,01
Взаимодействие АВ	0.4698	6	0.0783	7.9898	2.549	1,03
Остаток	0.2160	22	0.0098	-	-	0,47

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия АВ:

для фактора А:

Ошибка разности = 0,1617 т/га

$НСР_{05А} = 0,17$ т/га

$НСР_{05А} = 3,80$ %

для фактора В и взаимодействия АВ:

Ошибка разности = 0,1400 т/га

$НСР_{05АВ} = 0,29$ т/га

$НСР_{05АВ} = 6,49$ %

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по компьютерной программе 2-WAY-ANOVA-ONE

Исходные данные: воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков яровой ячменя (т/га)

Фактор А	Фактор В	I	II	III
		1,46	1,47	1,46
		1,97	2,02	2,00
		2,64	2,65	2,55
		3,03	3,12	3,11
		1,32	1,31	1,28
		2,04	1,96	2,14
		2,68	2,76	2,70
		2,79	2,66	2,91
		1,28	1,26	1,31
		1,54	1,48	1,49
		2,36	2,28	2,31
		2,67	2,74	2,56

Результаты анализа в однофакторной интерпретации:

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср. кв. откл	Ошибка	Точность, %
1	3	1,4633	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
2	3	1,9967	0,0006	0,0245	0,0141	0,71
3	3	2,6133	0,0030	0,0548	0,0316	1,21
4	3	3,0867	0,0024	0,0490	0,0283	0,92
5	3	1,3033	0,0004	0,0200	0,0115	0,88
6	3	2,0467	0,0081	0,0900	0,0520	2,54
7	3	2,7133	0,0017	0,0412	0,0238	0,88
8	3	2,7867	0,0156	0,1249	0,0721	2,59
9	3	1,2833	0,0006	0,0245	0,0141	1,10
10	3	1,5033	0,0010	0,0316	0,0182	1,21
11	3	2,3167	0,0016	0,0400	0,0231	1,00
12	3	2,6567	0,0082	0,0906	0,0523	1,97
По опыту	36	2,1475	0,3874	0,6224	0,1037	4,83

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общее	13,5601	35	-	-	-	100
Повторений	0,0005	2	-	-	-	0,00
Варианты	13,4729	11	1,2248	314,051	2,259	99,36
Ошибки	0,0867	22	0,0039	-	-	0,64

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Оценка существенности частных различий:

Ошибка среднего = 0,0361 т/га

Точность опыта = 1,6810 %

Ошибка разности = 0,0510 т/га

Критерий Стьюдента = 2,074

$НСР_{05} = 0,11$ т/га

$НСР_{05} = 5,12$ %

Результаты анализа в двухфакторной интерпретации:

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общая	13.5601	35	-	-	-	100
Повторности	0.0005	2	-	-	-	0,00
Фактор А	0.8111	2	0.4056	104.0000	3.443	5,98
Фактор В	12.3263	3	4.1088	1053.5385	3.049	90,90
Взаимодействие АВ	0.3355	6	0.0559	14.3333	2.549	2,47
Остаток	0.0867	22	0.0039	-	-	0,64

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия АВ:

для фактора А:

Ошибка разности = 0,1020 т/га

$НСР_{05А} = 0,11$ т/га

$НСР_{05А} = 5,12$ %

для фактора В и взаимодействия АВ:

Ошибка разности = 0,0883 т/га

$НСР_{05АВ} = 0,18$ т/га

$НСР_{05АВ} = 8,38$ %

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта по компьютерной программе 2-WAY-ANOVA-ONE

Исходные данные: воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков кукурузы (т/га)

Фактор А	Фактор В	I	II	III
		4,65	4,56	4,42
		5,87	6,02	6,12
		7,98	7,91	8,43
		8,96	9,37	9,20
		4,01	4,25	4,16
		4,42	4,57	4,57
		6,02	6,04	5,96
		7,63	8,05	7,47
		3,62	3,52	3,66
		4,65	4,52	4,52
		5,96	5,78	5,86
		7,01	6,67	6,62

Результаты анализа в однофакторной интерпретации:

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср. кв. откл	Ошибка	Точность, %
1	3	4,5433	0,0134	0,1158	0,0669	1,47
2	3	6,0033	0,0158	0,1257	0,0726	1,21
3	3	8,1067	0,0796	0,2821	0,1629	2,01
4	3	9,1767	0,0424	0,2059	0,1189	1,30
5	3	4,1400	0,0147	0,1212	0,0700	1,69
6	3	4,5200	0,0075	0,0866	0,0500	1,11
7	3	6,0067	0,0017	0,0412	0,0238	0,40
8	3	7,7167	0,0897	0,2995	0,1729	2,24
9	3	3,6000	0,0052	0,0721	0,0416	1,16
10	3	4,5633	0,0056	0,0748	0,0432	0,95
11	3	5,8667	0,0081	0,0900	0,0520	0,89
12	3	6,7667	0,0450	0,2121	0,1225	1,81
По опыту	36	5,9175	2,8985	1,7025	0,2838	4,80

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общее	101,4461	35	-	-	-	100
Повторений	0,0097	2	-	-	-	0,01
Варианты	100,7881	11	9,1626	310,597	2,259	99,35
Ошибки	0,6483	22	0,0295	-	-	0,64

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Оценка существенности частных различий:

Ошибка среднего = 0,0992 т/га

Точность опыта = 1,6764 %

Ошибка разности = 0,1402 т/га

Критерий Стьюдента = 2,074

$НСР_{05} = 0,29$ т/га

$НСР_{05} = 4,90$ %

Результаты анализа в двухфакторной интерпретации:

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфак	Fтаб	Влияние, %
Общая	101.4461	35	-	-	-	100
Повторности	0.0097	2	-	-	-	0,01
Фактор А	20.4129	2	10.2065	345.9831	3.443	20,12
Фактор В	76.8788	3	25.6263	868.6881	3.049	75,78
Взаимодействие АВ	3.4964	6	0.5827	19.7525	2.549	3,45
Остаток	0.6483	22	0.0295	-	-	0,64

Оценка существенности главных эффектов и взаимодействия АВ:

для фактора А:

Ошибка разности = 0,2805 т/га

$НСР_{05А} = 0,29$ т/га

$НСР_{05А} = 4,90$ %

для фактора В и взаимодействия АВ:

Ошибка разности = 0,2429 т/га

$НСР_{05АВ} = 0,50$ т/га

$НСР_{05АВ} = 8,45$ %

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор – проректор
по научной работе и цифровой
трансформации ФГБОУ ВО
«Казанский государственный
аграрный университет»
проф. Зиганшин Б.Г.



УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель заказчика
Директор ООО «Новая Заря»
Тетюшского муниципального
района Республики Татарстан
Хисамов И.И.
10.11.2023 г.



АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» начальник управления научно-инновационной деятельностью, доцент Калимуллин М.Н., соискатель Габитов Р.Х. с одной стороны и представители ООО «Новая Заря» Тетюшского муниципального района Республики Татарстан, гл. агроном Галиуллин Р.Ш. и гл. бухгалтер Рахматуллин И.Г. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в 2019-2023 годы результаты исследований соискателя на тему: «Продуктивность звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос в зависимости от комплексного применения агроメリорантов и минеральных удобрений на зональных почвах Республики Татарстан» были внедрены на площади 260 га.

В результате внедрения комплексного применения агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений на темно-серых лесных почвах хозяйства получено 2,3 млн. руб. чистой прибыли.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ и другие замечания: расширить площади известкования слабокислых почв с pH 5,1-5,5 и применение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность яровых зерновых и кормовых культур 5 т/га зерновых единиц.

Акт составлен в четырех экземплярах.

Представители
Казанского ГАУ

Калимуллин М.Н.
Габитов Р.Х.

Представители
ООО «Новая Заря»

Галиуллин Р.Ш.
Рахматуллин И.Г.

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор – проректор
по научной работе и цифровой
трансформации ФГБОУ ВО
«Казанский государственный
аграрный университет»
проф. Зиганшин Б.Г.



УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель заказчика
Глава КФХ Миннуллин Г.С.
Бавлинского муниципального
района Республики Татарстан
Миннуллин Г.С.
03.11.2023 г.



АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы

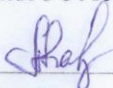
Мы, нижеподписавшиеся, представители федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» начальник управления научно-инновационной деятельностью, доцент Калимуллин М.Н., соискатель Габитов Р.Х. с одной стороны и представители КФХ Миннуллин Г.С. Бавлинского муниципального района Республики Татарстан, гл. агроном Захаров А.В. и гл. бухгалтер Можгина А.Ф. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в 2019-2023 годы результаты исследований соискателя на тему: «Продуктивность звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос в зависимости от комплексного применения агромелиорантов и минеральных удобрений на зональных почвах Республики Татарстан» были внедрены на площади 200 га.

В результате внедрения получен технико-экономический эффект на сумму 2 (два) млн. рублей.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ и другие замечания: расширить площади химической мелиорации выщелоченных черноземов и применение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц.

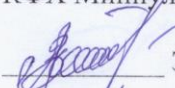

Акт составлен в четырех экземплярах.

Представители
Казанского ГАУ

 Калимуллин М.Н.

Габитов Р.Х.

Представители
КФХ Миннуллин Г.С.

 Захаров А.В.
 Можгина А.Ф.

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор – проректор
по научной работе и цифровой
трансформации ФГБОУ ВО
Казанский государственный
аграрный университет
проф. Зиганшин Б.Г.



УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель заказчика
Генеральный директор
ООО «Авангард» Буинского
муниципального района
Республики Татарстан
Курчаткин Н.Г.



АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы

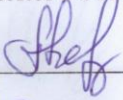
Мы, нижеподписавшиеся, представители федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» начальник управления научно-инновационной деятельностью, доцент Калимуллин М.Н., соискатель Габитов Р.Х. с одной стороны и представители ООО «Авангард» Буинского муниципального района Республики Татарстан, гл. агроном Гиматдинов Х.В. и гл. бухгалтер Мухамедрахимова Р.Р. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в 2019-2023 годы результаты исследований соискателя на тему: «Продуктивность звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос в зависимости от комплексного применения агроメリорантов и минеральных удобрений на зональных почвах Республики Татарстан» были внедрены на площади 380 га.

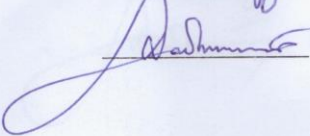
В результате внедрения комплексного применения агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений на выщелоченных черноземах хозяйства получено 3,8 млн. руб. чистой прибыли.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ и другие замечания: расширить площади опережающего известкования с рН 5,6-6,0, фосфоритование и применение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность яровых зерновых и кормовых культур 5 т/га зерновых единиц.


Акт составлен в четырех экземплярах.


Представители
Казанского ГАУ

 Калимуллин М.Н.

 Габитов Р.Х.

Представители
ООО «Авангард»

 Гиматдинов Х.В.

 Мухамедрахимова Р.Р.

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор – проректор
по научной работе и цифровой
трансформации ФГБОУ ВО
«Казанский государственный
аграрный университет»
проф. Зиганшин Б.Г.



07.11.2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель заказчика
Глава КФХ «Хисматова Г.М.»
Мамадышского муниципально-
го района Республики Татарстан
Хисматова Г.М.
06.11.2023 г.

06.11.2023 г.

АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» начальник управления научно-инновационной деятельностью, доцент Калимуллин М.Н., соискатель Габитов Р.Х. с одной стороны и глава КФХ «Хисматова Г.М.» Мамадышского муниципального района Республики Татарстан с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в 2019-2023 годы результаты исследований соискателя на тему: «Продуктивность звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос в зависимости от комплексного применения агроメリорантов и минеральных удобрений на зональных почвах Республики Татарстан» были внедрены на площади 58 га.

В результате внедрения получен технико-экономический эффект на сумму 420 (четыреста двадцать тыс. руб.) тыс. руб./год.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ и другие замечания: расширить площади известкования серых лесных почв, внесения расчетных норм NPK на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц.

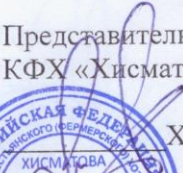
Акт составлен в четырех экземплярах.

Представители
Казанского ГАУ

 Калимуллин М.Н.

 Габитов Р.Х.

Представитель
КФХ «Хисматова Г.М.»

 Хисматова Г.М.



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор – проректор
по научной работе и цифровой
трансформации ФГБОУ ВО
«Казанский государственный
аграрный университет»
проф. Зиганшин Б.Г.



УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель заказчика
Глава КФХ ИП «Вафин Р.К.»
Лаишевского муниципального
района Республики Татарстан
Вафин Р.К.



АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» начальник управления научно-инновационной деятельностью, доцент Калимуллин М.Н., соискатель Габитов Р.Х. с одной стороны и представители КФХ ИП «Вафин Р.К.» Лаишевского муниципального района Республики Татарстан, гл. агроном Кушмин Ш.А. и гл. бухгалтер Шигапова Г.Н. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в 2019-2023 годы результаты исследований соискателя на тему: «Продуктивность звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос в зависимости от комплексного применения агроメリорантов и минеральных удобрений на зональных почвах Республики Татарстан» были внедрены на площади 76 га.

В результате внедрения получен технико-экономический эффект на сумму 608 (шестьсот восемь тыс. руб.) тыс. руб./год.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ и другие замечания: расширить площади известкования серых лесных почв, внесения расчетных норм NPK на планируемую урожайность 5 т/га зерновых единиц.

Акт составлен в четырех экземплярах.

Представители
Казанского ГАУ

Калимуллин М.Н.

Габитов Р.Х.

Представители
КФХ ИП «Вафин Р.К.»

Кушмин Ш.А.

Шигапова Г.Н.

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор – проректор
по научной работе и цифровой
трансформации ФГБОУ ВО
«Казанский государственный
аграрный университет»
проф. Зиганшин Б.Г.



УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель заказчика
Директор ООО «Эконом»
Актанышского муниципального
района Республики Татарстан
Каримов А.З.

10.11.2023



АКТ


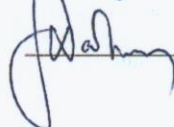
внедрения результатов научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» начальник управления научно-инновационной деятельностью, доцент Калимуллин М.Н., соискатель Габитов Р.Х. с одной стороны и представители ООО «Эконом» Актанышского муниципального района Республики Татарстан, гл. агроном Каримов А.А. и гл. бухгалтер Каримов А.З. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в 2019-2023 годы результаты исследований соискателя на тему: «Продуктивность звена полевого севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – кукуруза на силос в зависимости от комплексного применения агроメリорантов и минеральных удобрений на зональных почвах Республики Татарстан» были внедрены на площади 120 га. В результате внедрения получен технико-экономический эффект на сумму 1,1 (один млн. сто тыс.) млн. рублей.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ и другие замечания: расширить площади химической мелиорации темно-серых почв, внесения расчетных норм NPK.

Акт составлен в четырех экземплярах.

Представители
Казанского ГАУ

 Калимуллин М.Н.
 Габитов Р.Х.

Представители
ООО «Эконом»

 Каримов А.А.
 Каримов А.З.